

ОТЧЕТ

по экспедиционным работам Института химии нефти СО РАН в 2007 г.

1. Название экспедиции – Каустобиолиты 2007 г.
2. Исполнители – Институт химии нефти СО РАН.
3. Целью экспедиционных исследований является обеспечение образцами горных пород (кернов) и каустобиолитов (нефти, угли, торф) для выполнения фундаментальных исследований, проводимых по темам ИХН СО РАН. Экспедиционные работы проведены в Алтайском крае, республиках Бурятия, Коми и Хакасия, Новосибирской, Иркутской и Томской областях и Монгольской народной республике, сроки проведения – февраль – октябрь 2007 г., численность отрядов - отряд № 1 (руководитель – д.х.н. Серебренникова О.В.) – 13 человек, отряд № 2 (руководитель - к.б.н. Сваровская Л. И.) – 6 человек, отряд № 3 (руководитель - к.т.н. Юдина Н.В.) – 5 человек, отряд № 4 (руководитель – д.х.н. Головкин А.К.) – 8 человек.

НАУЧНЫЙ ОТЧЕТ
об экспедиционных исследованиях Института химии нефти СО РАН в 2007 г.

В 2007 г. Институтом химии нефти проведены экспедиционные работы следующими отрядами:

1. Отряд № 1, руководитель – д.х.н. Серебренникова О.В.
2. Отряд № 2, руководитель - к.б.н. Сваровская Л. И.
3. Отряд № 3, руководитель - к.т.н. Юдина Н.В.
4. Отряд № 4, руководитель – д.х.н. Головкин А.К.

Отряд № 1

Цель: отбора проб нефтей, пород, донных отложений, поверхностных и глубинных вод

Место проведения: республики Бурятия, Коми и Хакасия, Иркутская, Новосибирская и Томская области, Алтайский край.

Сроки: февраль - август 2007 г.

Отряд № 2

Цель: отбор проб природных и пластовых вод, донных отложений пресных и соленых озер, вязкой нефти, нефтешламов для микробиологических и физико-химических исследований.

Место проведения: республики Коми и Хакасия, Иркутская и Томская области, Монгольская народная республика.

Сроки: июнь - октябрь 2007 г.

Отряд № 3

Цель: отбор образцов торфов в Алтайском крае, анализ условий их залегания, сбор болотных растений

Место проведения: Алтайский край.

Сроки: июнь – июль 2007 г.

Отряд № 4

Цель: отбор проб низкометаморфизованных бурых углей, нефтенасыщенных песчанников и нефтей.

Место проведения: Монгольская народная республика, Республика Коми

Сроки: июнь - октябрь 2007 г.

Многолетние экспедиционные исследования Института проводятся с целью обеспечения образцами горных пород (кернах) и каустобиолитов (нефти, битуминозные породы, сланцы, угли, торф) для выполнения фундаментальных исследований, проводимых в рамках **приоритетного научного направления РАН 5.1. программы СО РАН 5.1.4:** «Разработка методов активного физического воздействия на химические превращения» по **проекту ИХН СО РАН 5.1.4.8:** «Исследование устойчивости и закономерностей превращений углеродсодержащих газов и компонентов каустобиолитов (нефтей, битумов, углей, торфа и др.) под воздействием электрической, механической и магнитной энергий», **приоритетного научного направления РАН 5.3. программы СО РАН 5.3.1:** «Изучение химических и физико-химических свойств минералов и каустобиолитов. Создание научных основ эффективных процессов их извлечения и переработки» по **проекту ИХН СО РАН 5.3.1.5:** «Разработка научных основ селективных превращений углеводородного сырья (природных газов, тяжелых и высокопарафинистых нефтей, природных битумов) в термокаталитических и сорбционных процессах по данным исследования особенностей химического состава и структуры его компонентов» и **проекту ИХН СО РАН 5.3.1.6:** «Создание физико-химических основ технологий извлечения и транспорта высоковязких высокосмолистых малопарафинистых нефтей с учетом их состава и коллоидно-химических свойств», **приоритетного научного направления РАН 5.4. программы СО РАН 5.4.2:** «Химия и физикохимия объектов окружающей среды» по **проекту ИХН СО РАН 5.4.2.4:** «Мониторинг объектов окружающей среды и оценка изменения состояния территории Западной Сибири с использованием наземных и спутниковых данных и геоинформационных систем. Разработка экологически безопасных способов очистки нефтезагрязненной воды и грунта с применением физико-химических и микробиологических методов», а также **междисциплинарных интеграционных проектов фундаментальных исследований СО РАН № 4, 42, 85, 118 и комплексных интеграционных проектов фундаментальных исследований СО РАН № 4.10., 4.11.**

Отряд № 1.

С февраля по август 2007 г. отрядом № 1 проведено 4 полевых выезда для отбора проб нефтей, пород, донных отложений, поверхностных и глубинных вод. Общее время полевых работ составило 57 дней.

Для исследования влияние физико-химических и тепловых методов повышения нефтеотдачи на состав высоковязких нефтей в феврале 2007 г. в районе г. Усинск (Республика Коми) отобраны и доставлены в г. Томск пробы нефтей из 16 скважин Усинского месторождения.

Для изучения битуминозных компонентов в водах Восточной Сибири, влияния минерализации на полноту их извлечения из вод в июле отобраны и доставлены в г. Томск пробы высоко минерализованных и пресных вод из скважин и источников Иркутской области и Бурятии (рис. 1).

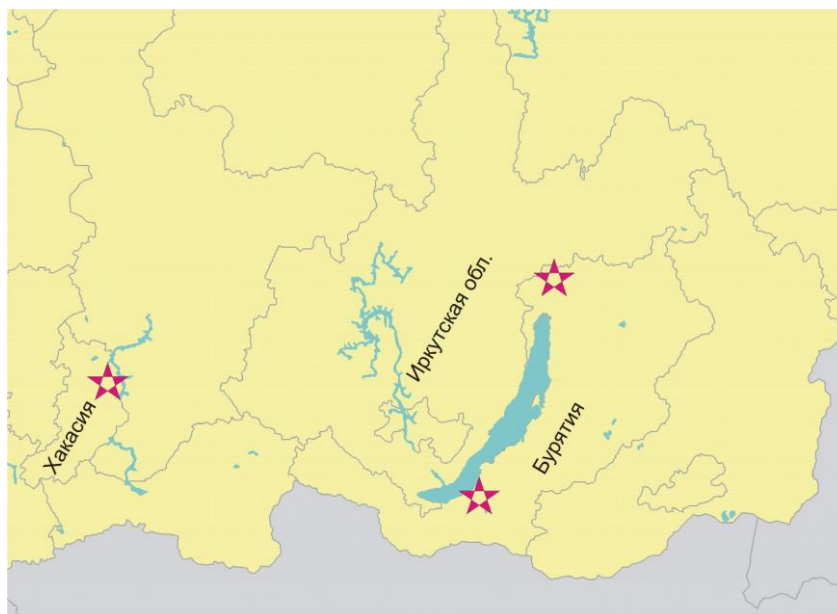


Рис. 1. Районы работ экспедиционного отряда № 1 в Восточной Сибири



Рис. 2. Районы работ экспедиционного отряда № 1 в Западной Сибири

Для определения источника углеводородных флюидов на севере Хакасии (Боградский район) в августе 2007 г. отобраны и доставлены в г. Томск образцы потенциально нефтематеринских карбонатных пород.

Для изучения загрязнения нефтепродуктами водоемов Западной Сибири в августе 2007 г. отобраны и доставлены в г. Томск пробы вод и донных отложений верховьев р. Оби и ее притоков (рис. 2).

Отряд № 2.

За отчетный период 2007 г были проведены экспедиции на Усинское нефтяное месторождение - г. Усинск, республика Коми,

ООО «ЛУКОЙЛ - Коми», в Иркутскую область для отбора проб воды и донных осадков из оз. Байкал, в Хакасию для отбора проб воды и донных осадков соленого озера Тус и в Монголию для отбора проб вязких нефтей месторождений Зуунбаян и Тамсагбулаг. Была проведена экспедиция на север Томской области для отбора проб нефтешламов с кустовых площадок Вахского и Советского месторождений.

Объектами исследований служили пробы воды и сероводородные донные осадки щелочного озера Тус (Республика Хакасия). Щелочные озера относятся к экстремальным водным экосистемам, где большие концентрации солей и высокие значения рН предполагают развитие алкалофильного микробиального сообщества анаэробных фототрофных бактерий. Их клетки способны расти с использованием сульфида и серы в качестве единственных доноров электронов для ассимиляции CO_2 . Численность сульфатредуцирующей микрофлоры в сероводородном донном осадке достигают 3, в воде - 1-2 млн. клет/мл.

В присутствии одновременно сульфида и света внутри клеток появляются глобулы серы, которая в последствие может окисляться до сульфата. Общее свойство для всех анаэробных фототрофных бактерий – присутствие бактериохлорофиллов. Из проб сероводородного ила и нижних слоев воды нами выделены анаэробные фототрофные пурпурные и зеленые бактерии, относящиеся к родам: *Chromatium*, *Lamprocystis*, *Thiocystis*, *Thioduction* и *Chlorobium* (рис. 3).

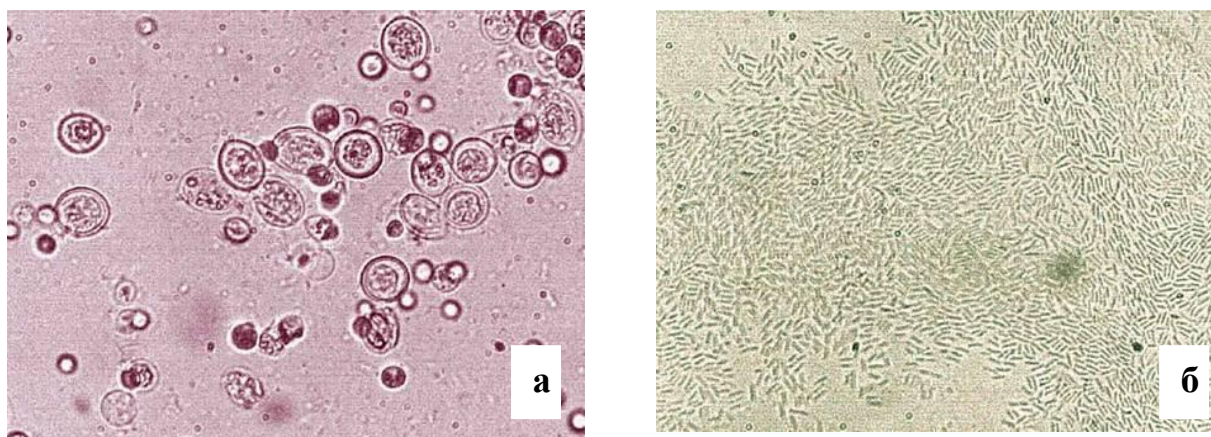


Рис. 3. Фотосинтезирующие бактерии донных осадков озера Тус
а - род *Chromatium* – пурпурные серные бактерии, б - род *Chlorobium* – зеленые серные бактерии

Массовое развитие пурпурных и зеленых бактерий делает их наиболее значимыми в образовании вторичной продукции органического вещества (ОВ), сопряженной с регенерацией сульфата путем окисления H_2S . В пробах воды и сероводородных донных осадков исследовали групповой состав органического вещества воды и донных осадков щелочного озера Тус. Групповой состав ОВ приведен на рис. 4 в виде гистограммы.

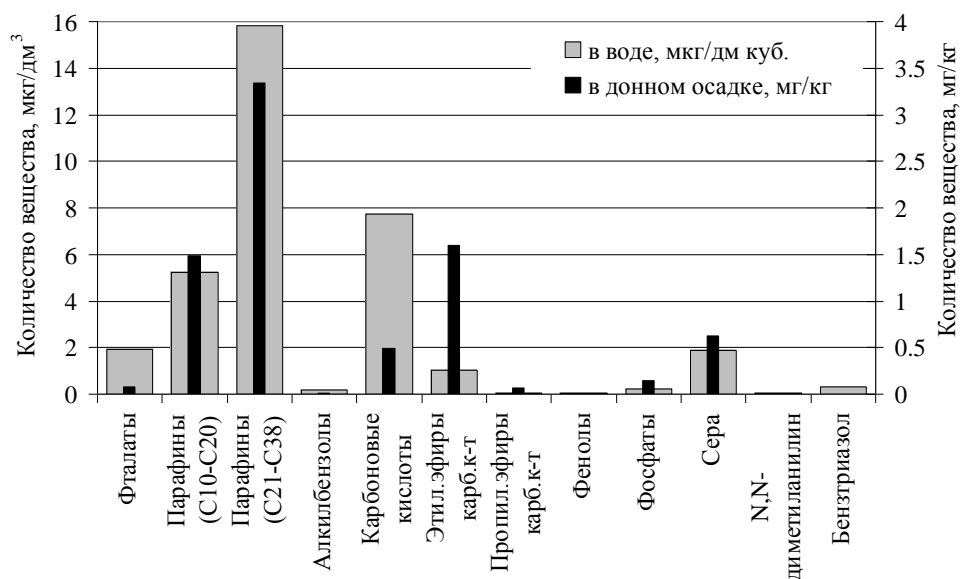


Рис. 4. Групповой состав органического вещества в пробах воды и донных осадков озера Тус

Состав ОВ разнообразен, доминируют насыщенные ациклические углеводороды C₁₀-C₃₈, карбоновые кислоты, эфиры карбоновых кислот. Концентрация исследуемых соединений в воде на 3 порядка меньше, чем в донном осадке. Значения некоторых биомаркеров ОВ позволят сделать вывод о природе происхождения некоторых соединений, составляющих органическое вещество.

Проведен физико-химический и микробиологический анализ вязких нефтей и пластовой воды из добывающих скважин участков НП - 1 и НП – 2 (цех 1 и цех 2) пермокарбоневой залежи Усинского месторождения. Реестр отбора проб из скважин приведен в табл. 1.

Таблица 1 - Реестр отбора проб из скважин

Дата отбора проб	Номер скважины	Номер цеха	Интервал перфорации	Объем, л
3-4.10.2007	6223	I	1465- 1466	1,5
3-4.10.2007	1331	I	1278,1- 1280	1,5
3-4.10.2007	8333	I	1293- 1296	1,0
3-4.10.2007	6112	II	1276-1292	2,5
3-4.10.2007	6222	I	1388- 1406	1,5
3-4.10.2007	8269	II	1297-1301	2,0
3-4.10.2007	6110	II	1265,5-1269	1,5
3-4.10.2007	1251	I	1278- 1288	1,5

Продолжение табл. 1

3-4.10.2007	6085	II	1312-1314	2,0
3-4.10.2007	7224	I	1368,4- 1371,2	2,0
3-4.10.2007	7185	I	1414,8- 1417	2,0

3-4.10.2007	1250	I	1253,5-1254,5	14,0
3-4.10.2007	3194	I	1213,2- 1228,2	53,0
3-4.10.2007	8185	II	1302,8-1304,2	13,0
3-4.10.2007	8146	II	1330,5-1333,5	10,0
9.09.2007	3063	II	Нет данных	2,0

Микробиологический анализ показал присутствие микрофлоры в пластовой воде и нефти в количестве от сотен клеток до 56 млн. клет/мл. Микрофлора обладала высокой углеводородокисляющей активностью в процессах деструкции углеводородов нефти, что подтверждено методами ИК-спектрометрии и ГЖХ. Проведенные исследования подтверждают выводы, сделанные в предыдущие годы о разработке микробиологических методов увеличения нефтеотдачи с привлечением интродуцированной микрофлоры.

Отобрано 20 проб вязкой нефти из добывающих скважин месторождений Зуунбаян и Тамсагбулаг (Монголия). Проведены экспериментальные исследования по биодеструкции углеводородов нефти. Показано, что после контакта нефти с углеводородокисляющей микрофлорой в течение 60 суток, поверхностное натяжение культуральной жидкости снизилось от 69,9 до 38,8 (мН/м). Значение рН изменилось от 7,05 до 9. Максимальная численность микроорганизмов в процессе деструкции на 3-и сутки увеличилась от 2,4 до 33 млн. клет/мл. ИК-спектрометрический анализ нефти после контакта с микрофлорой показал значимые изменения оптических коэффициентов. В опытных образцах появились дополнительные полосы поглощения в областях 720 см^{-1} , 1380 см^{-1} , 1465 см^{-1} , 1610 см^{-1} , 1721 см^{-1} , $3600\text{ см}^{-1} - 3000\text{ см}^{-1}$, подтверждающих деструктивные изменения различных групп углеводородов. На рис. 5 представлены ИК-спектры исходной нефти и после биодegradации.

Во время экспедиции на оз. Байкал (Иркутская обл.) отобраны и исследованы пробы воды и донных осадков в районе биологической станции Большие Коты. Температура воды во время отбора проб не превышала 14 °С. Микрофлора, численность которой 0,6 тыс. клет/мл в воде, отобранной на глубине 0,7 м, характеризовалась большим разнообразием. Работа по определению видового разнообразия и их активности продолжается.

Исследованы количественное содержание нефтяного загрязнения и микрофлоры в образцах шламов. Показано, что в пробах шлама Вахского месторождения, отобранных на разных участках, концентрация углеводородов составляет 67 и 26,3 г/кг, Советского месторождения - 96, 101,2 и 300 г/кг, асфальтосмолопарафинистые отложения (АСПО)

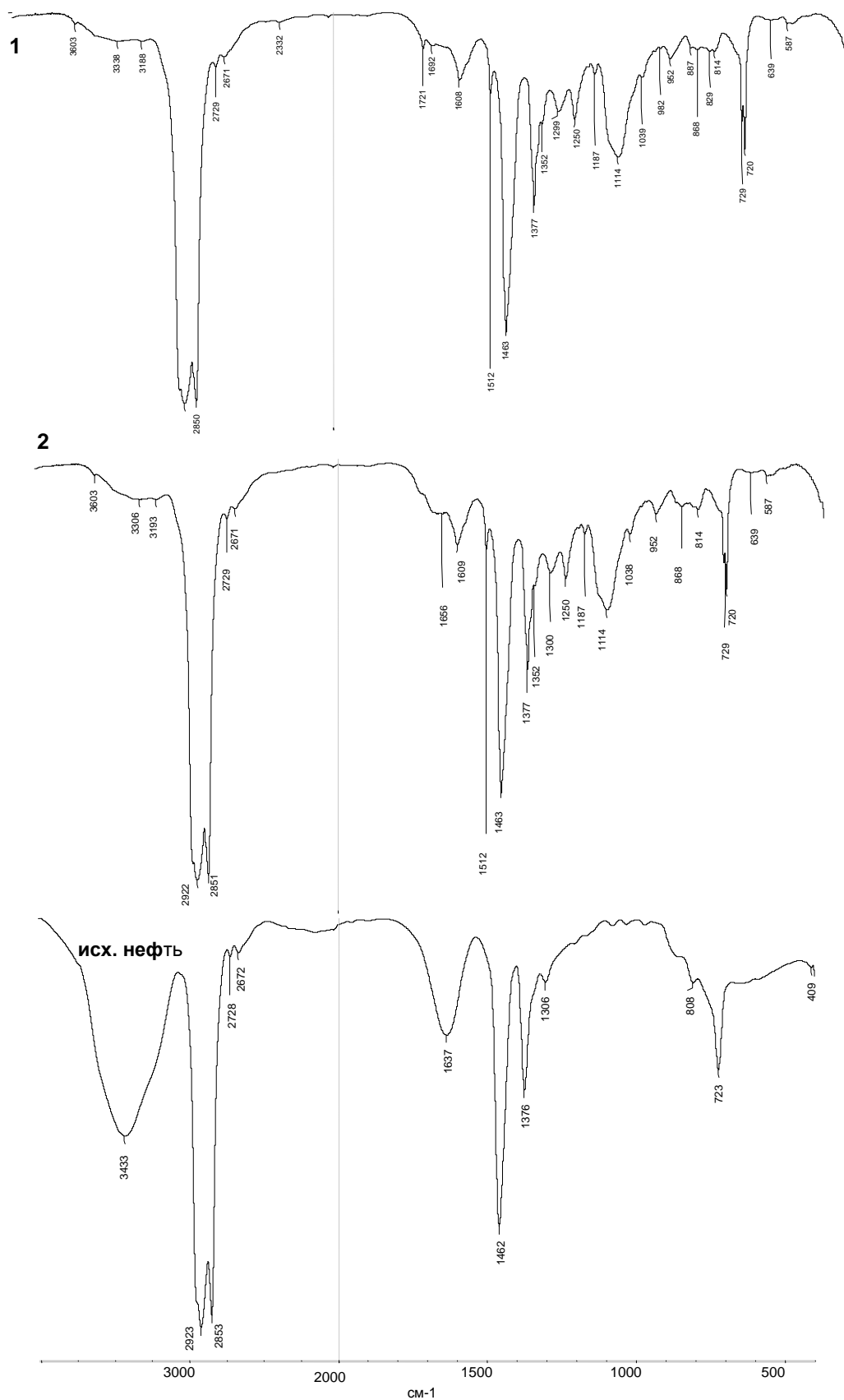


Рис. 3 - ИК-спектры исходной нефти месторождения Зуунбаян и после биодegradации ассоциацией УОБ (1) и монокультурой *Micrococcus* (2)

Советского месторождения 514 г/кг. Численность микроорганизмов во всех шламах низкая – 1-3 тыс. клет/г.

Для восстановления нефтешламов от нефтяных загрязнений предложено 3 состава моющих композиций на основе промышленных ПАВ (неонола АФ₉₋₁₂, волгоната и синтанола) и фосфатно-боратной буферной системы с добавлением азотистых соединений (селитры или карбамида). Очистку отработанной воды предполагается проводить с помощью углеводородокисляющей микрофлоры и минеральных удобрений.

Проведены опыты по отмыву шламов разработанными композициями с последующим отмывом водой. При соотношении шлама и композиции, шлама и воды 1:1 содержание нефтяного загрязнения в пробах шлама Вахского месторождения снижается от 67 до 8 г/кг, от 26,3 до 4-5,4 г/кг, в нефтешламе Советского месторождения от 96 до 8,1 г/кг, от 101,2 до 10 г/кг, в АСПО от 514 до 7 – 17 г/кг.

Отряд № 3.

Отряд в составе 5 человек в течение 26 дней – с 19 июня по 16 июля 2007 г провел обследование участков торфяных месторождений в районе села Алтайское Алтайского края. Методом бурения скважин отобрано 5 образцов торфов. Проведены замеры рН торфяной среды, температуры, окислительно-восстановительного потенциала в месте отбора проб торфа. Торфы отличаются высокой степенью разложения, рН близок к нейтральной.

На отведенной территории собраны растения торфообразователи: 3 вида осоки, пушица. Торфы и растения доставлены в Томск для дальнейшего подробного исследования.

Отряд № 4.

В период с 29.06.2007 по 16.07.2007 г. проведена совместно с монгольскими специалистами экспедиция на Баян-Эрхтинское месторождение закированных песчаников и месторождения бурых углей Багануур и Шарын Гол. Проведен отбор проб.

Баян-Эрхтинское месторождение состоит из двух залежей закированных песчаников – нижней и верхней. Их мощность изменяется от 0,1 - 15,2 м. Месторождение обводненное. Воды продуктивной толщи поровые, местами напорные. Глубина залегания подземных вод колеблется от 16,0 до 65 м. Подземные воды с минеральным остатком 3,4 - 3,8 м. Минерализация 3,4 - 3,6 г/л.

Содержание битума (среднее)	Нижний	15,7 %
	Верхний	14,2 %

Закированные песчаники являются объектами для разработки нетрадиционных способов их переработки с целью получения из них ценных продуктов различного назначения. Проблема вовлечения песчаников в переработку связана с ограниченными ресурсами углеводородсодержащего сырья (нефтей) в Монголии.

Образцы бурых углей месторождений Багануур и Шарын Гол исследованы для оценки возможности получения пористых углерод-минеральных материалов методом пиролиза твердого сырья. Установлено что продолжительность активации способствует развитию пористой структуры углерод-минерального материала. Изучен процесс термического разложения угля при температуре 600, 700, 800 °С. Получены сведения о составе жидких и газообразных продуктах термообработки.

С 27 сентября по 10 октября 2007 г. проведена экспедиция для отбора проб тяжелых, высоковязких нефтей, месторождения которых расположены на территории Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции (Республика Коми). Нефти будут изучаться в рамках проекта 5.3.1.5. «Разработка научных основ селективных превращений углеводородного сырья (природных газов, тяжелых и высокопарафинистых нефтей, природных битумов) в термokatалитических и сорбционных процессах по данным исследования особенностей химического состава и структуры его компонентов».

Директор ИХН СО РАН, д-р техн. наук

Л.К. Алтунина

Зав. Музеем нефтей, канд. геол.-минерал. наук

И.Г. Яценко