

УДК 553.635(470.41)

**СТРОЕНИЕ И УСЛОВИЯ РАЗРАБОТКИ
СЮКЕЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГИПСА***Р.Х. Сунгатуллин, Р.И. Кадыров, А.Н. Тюрин, С.В. Игнатъев***Аннотация**

Геологоразведочные работы, выполненные на Сюкеевском месторождении гипса (Республика Татарстан), показали возможность его разработки подземными горными выработками – штольнями. Подсчитаны запасы по двум пластам гипса мощностью 7 и 11 м. Охарактеризованы гидрогеологические условия разработки месторождения. Предложены дополнительные структурные и кристаллохимические критерии для поисков залежей гипса в эвапоритовых бассейнах.

Ключевые слова: гипс, Сюкеевское месторождение, пласт, запасы, подземные воды, штольня, электронный парамагнитный резонанс (ЭПР), марганец.

Введение

Гипс – двухводный сульфат кальция $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Это название используется одновременно для обозначения минерала и породы. Гипс как сырье для получения вяжущего строительного материала известен человечеству уже несколько тысяч лет. Еще египтяне применяли гипсовую штукатурку на стенах склепов, и она использовалась во всех более поздних цивилизациях [1]. Благодаря своим уникальным свойствам сегодня гипс широко применяется в различных областях. Модельный (лепной или полубожеженный) гипс применяется для получения отливок, гипсовых слепков, лепных украшений карнизов, штукатурки потолков и стен. Сырой (природный) гипс находит применение главным образом в цементной промышленности в качестве добавки к портланд-цементу как материал для вааяния статуй, различных поделок, в производстве красок, эмали, глазури, при металлургической переработке окисленных никелевых руд и др. [2, 3]. Гипс используется в сельском хозяйстве при мелиорации засоленных почв, в медицине – для лечения опорно-двигательного аппарата и других заболеваний, в производстве оптических изделий и картонажно-бумажном производстве, в химической промышленности. Таким образом, гипс является важным (иногда незаменимым) материалом, а сфера его применения постоянно расширяется и, соответственно, потребность в нем неуклонно растет. Поэтому изучение строения месторождений гипса является актуальной задачей.

На востоке Восточно-Европейской платформы основные месторождения гипса приурочены к отложениям пермского возраста [4]. В Республике Татарстан к наиболее интересным из подобных объектов относятся Камско-Устьинское, Антоновское и Сюкеевское месторождения (рис. 1), расположенные в Камско-

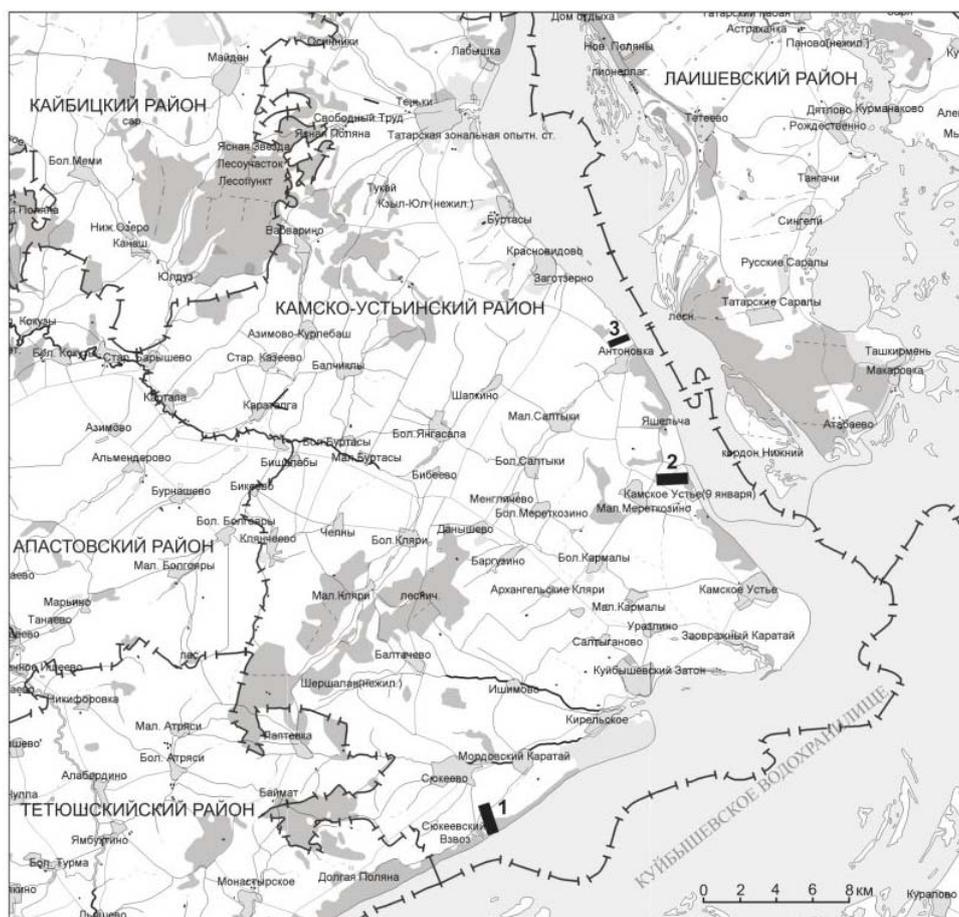


Рис. 1. Основные месторождения гипса Татарстана: 1 – Сюкеевское, 2 – Камско-Устьинское, 3 – Антоновское

Устьинском районе [5, 6]. Непосредственно объектом настоящей работы является Сюкеевское месторождение, исследование которого обусловлено созданием на его основе сырьевой базы строящегося завода по производству сухих строительных смесей и строительных изделий ООО «Фоника Гипс». Разработка месторождения началась в 2011 г. На руднике будет добываться не менее 200 тыс. т гипса в год, а производительность завода по строительным смесям составит 120 тыс. т, по гипскартону – 15 млн. м² и пазогребневым перегородочным плитам – 300 тыс. м².

Геологическая изученность объекта

Район с. Сюкеево издавна привлекал к себе внимание геологов своей разнообразной минерацией. Здесь на правом берегу Волги наблюдаются выходы серы, битуминозных доломитов, гипса, минеральных вод, поделочных камней ([7–10] и др.), приуроченных к казанским отложениям пермской системы. Е.Ф. Зябловским в многотомном руководстве «Землеписание Российской империи для всех состояний» (1810) упоминается нефтяной источник у с. Сюкеево, а в 1812 г. в газете «Северная почта» было напечатано подробное сообщение

об обследовании сероводородных ключей в данном районе с медицинскими целями. На место выезжал профессор Императорского Казанского университета Ф.И. Эрдман, осмотревший две пещеры, в одной из которых (Сюкеевской или Мордовско-Каратаевской) он взял воду для анализа. Позже сероводородные воды описаны уездным врачом Карлом Крамером, а местным населением они использовались в лечебных целях начиная с 30-х годов XIX в. Чуть позже (в 60-е годы) здесь начато бурение неглубоких скважин для поисков битумов и нефти [11]. В середине XIX в. муромским купцом И.П. Смольяниновым были заложены две небольшие шахты около села Сюкеево для добычи нефти. Впоследствии, в начале XX в., на этом месте по инициативе инженера-геолога А. Френкеля создана совместная русско-английская нефтяная компания «Казан Ойлфилдс Лимитед».

В 1919 г. Казанской экспедицией в районе с. Сюкеево произведено большое количество расчисток по береговому обрыву р. Волга с целью выявления залежей битуминозных доломитов [12]. В этом же году профессором М.Э. Ноинским произведена съемка всего Сюкеевского района, в процессе которой выявлено, что битуминозные доломиты приурочены к горизонту «подлужник» [13]. В 1920 г. в овраге Сюкеевский Взвоз по заданию Нефтяного института инженером Н.С. Обуховским производились геологоразведочные работы на нефть. Вскоре работы были остановлены, так как признаки нефти в незначительном количестве выявились лишь в верхней части казанского яруса.

Первые сведения об использовании гипса у с. Сюкеево относятся ещё к эпохе палеолита. Однако достоверно известно, что уже ко времени существования Булгарского государства ремесленное производство гипсовых изделий и торговля ими были хорошо налажены [3]. Опубликованные сведения об этом районе появились в 1831 г. в статье Н.В. Широкина и А.В. Гурьева в Горном журнале, где авторы приводят данные о том, что «в Сюкеево под слоем гипса имеется известняк бурого цвета от присутствия в нем нефти и серы». В 1867 г. в Сборнике Минералогического общества горный инженер А.Д. Озерский сообщает результаты геологоразведочных работ на серу в Поволжье. Здесь автор приводит геологические разрезы Сюкеевского участка и разрезы шурфов. Констатируется, что сера залегает гнездами, приурочена преимущественно к нижнему слою битуминозных доломитов и реже встречается в верхнем слое. В 1870 г. создается небольшой частный завод (товарищество Траузе и К⁰) по выплавке серы, который просуществовал всего несколько лет и добыл 137.5 т серы. Происхождение серы в Сюкеевском месторождении обязано, по-видимому, биохимическим процессам восстановления сульфатов при взаимодействии их с углеводородсодержащими флюидами, мигрирующими в вертикальном направлении по проницаемым зонам [14].

В 1931–1933 гг. под руководством В.В. Аскасинского проводились поисковые и разведочные работы на битуминозные доломиты, серу и гипс. По материалам разведки Сюкеевского месторождения запасы гипса составили 10.6 млн. м³ категории В и 52.0 млн. м³ категории С₁. В 1935 г. артель «Волжский горняк» закладывает 4 штольни в верхнем пласте гипса и начинает разрабатывать месторождение (рис. 2). В 1943 г. в районе действующего рудника А.И. Рогинской

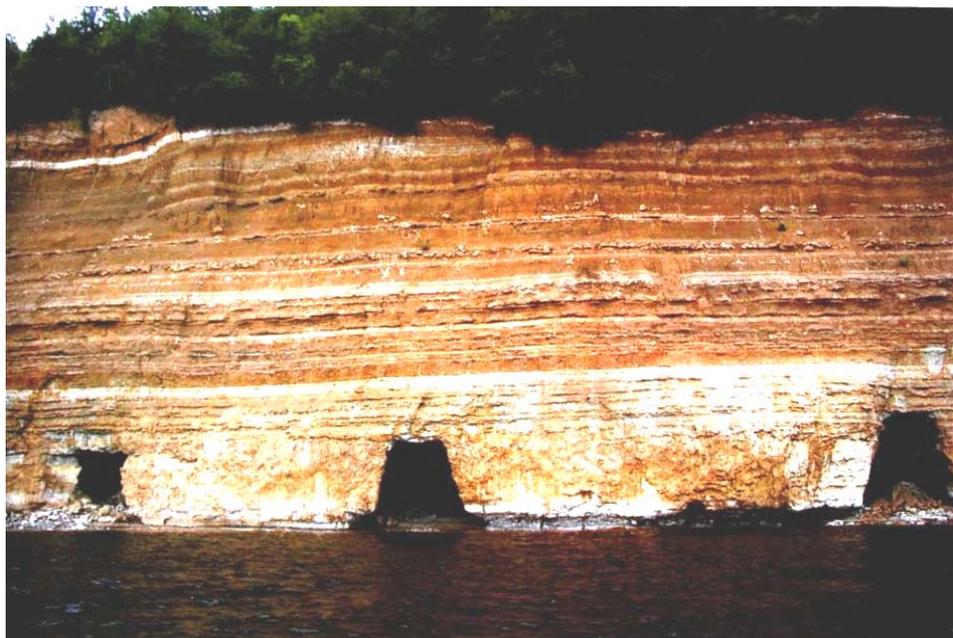


Рис. 2. Заброшенные штольни Сюкеевского рудника [12]

проведены дополнительные исследования, которые заключались в описании и опробовании действующих и бездействующих забоев рудника. В 1953–1954 гг. предприятие «Куйбышевгеолстройтрест» провело на Сюкеевском месторождении детальную разведку верхнего пласта гипса с подсчетом запасов, которые составили: 973 тыс. т категории А₂, 404,9 тыс. т категории В и 508 тыс. т категории С₁. В 1961 г. рудник «Сюкеевский» прекратил свою работу вследствие опасности затопления водами Куйбышевского водохранилища (см. рис. 2).

В 1959–1960 гг. трестом «Татнефтегазразведка» с целью изучения обоих пластов гипса Сюкеевского месторождения и его гидрогеологических условий повторно выполнена разведка. Запасы подсчитаны по всем промышленным категориям А, В, С₁ раздельно по пластам. Запасы верхнего пласта гипса подсчитаны на площади 76 га в количестве 9738 тыс. т, а запасы нижнего пласта гипса на площади 79 га составили 17534 тыс. т. Именно при проведении данных работ оконтурена современная площадь месторождения. В процессе разведки установлено, что породы, слагающие Сюкеевское месторождение, в той или иной степени обводнены по всему разрезу. Отдельные водоносные горизонты опробованы откачками. Однако при рассмотрении отчета в Территориальной комиссии по запасам отмечена недоизученность гидрогеологических условий казанских отложений, вмещающих пласты гипса. Наличие подпора со стороны созданного к тому времени Куйбышевского водохранилища (уровень р. Волга поднялся с 42 до 53 м) при залегании нижнего продуктивного пласта ниже его уровня обусловило возможность возникновения значительных осложнений в случае прорыва вод в эксплуатационные выработки. В связи с этим запасы нижнего пласта гипса не утверждались. Комиссией было рекомендовано выполнить дополнительные опытно-фильтрационные и режимные гидрогеологические наблюдения, направленные на изучение водоносных горизонтов.

Табл. 1

Запасы гипса Сюкеевского месторождения

Пласты гипса	Запасы категорий, тыс. т			
	A	B	C ₁	A + B + C ₁
Верхний (запасы утверждены в 1960 г.)	2078.0	3105.0	4555.0	9738.0
Нижний (запасы, предлагаемые к утверждению)	1621.6	4542.1	7475.0	13638.7
Всего по 2 пластам	3699.6	7647.1	12030.0	23376.7

В 2008–2009 гг. Татарским геологоразведочным управлением ОАО «Татнефть» проведена доразведка и изучение гидрогеологических условий Сюкеевского месторождения гипса. В результате работ уточнено геологическое строение месторождения, охарактеризованы гидрогеологические условия месторождения и подсчитаны запасы нижнего пласта гипса, представленные для утверждения в Государственную комиссию по запасам РФ. Суммарные запасы гипса для верхнего и нижнего пластов составили более 23 млн. т (табл. 1), а само Сюкеевское месторождение отнесено к крупным объектам гипсового сырья с возможностью прироста его запасов.

В последние годы сотрудниками Казанского университета проведены минералогические исследования верхнеказанских отложений в районе Сюкеевского месторождения [15, 16]. Показано, что преобразование пород и формирование разнообразного комплекса полезных ископаемых в пределах изученного района определяются воздействием внедряющихся по вертикали глубинных флюидов. Поэтому месторождения битумов, серы, минеральных вод и поделочных камней тесно связаны с отложениями эвапоритового бассейна позднеказанского времени и воздействием на породы вертикально мигрирующих флюидов. Исходя из вышеизложенного, геологическую структуру у с. Сюкеево, объединяющую вертикальные и горизонтальные массопотоки [17], можно назвать «Сюкеевской палеоэнергетической аномалией». Именно поэтому здесь в пределах столбообразной аномалии формируется широкий и специфический набор твердых, жидких и газообразных полезных ископаемых.

Характеристика объекта и анализ геологических результатов

Сюкеевское месторождение гипса расположено в 4 км к югу от одноименного села (см. рис. 1). В тектоническом отношении месторождение приурочено к Сюкеевской брахиантиклинали, осложняющей восточную оконечность Улеминского вала, входящего в состав Казанско-Кировского прогиба [18]. Сюкеевская брахиантиклиналь прослеживается по кровле практически всех основных стратиграфических подразделений осадочного чехла [15] и осложнена структурными формами меньшего порядка. Так, для Сюкеевского месторождения по данным буровых скважин нами впервые построены структурные модели двух продуктивных пластов гипса (рис. 3). Анализ моделей позволил выделить 3 небольшие антиклинальные структуры, которые четко прослеживаются в продуктивных пластах гипса. Антиклинали имеют изометричную форму размером 90–250 м, а амплитуда их достигает 6 м.

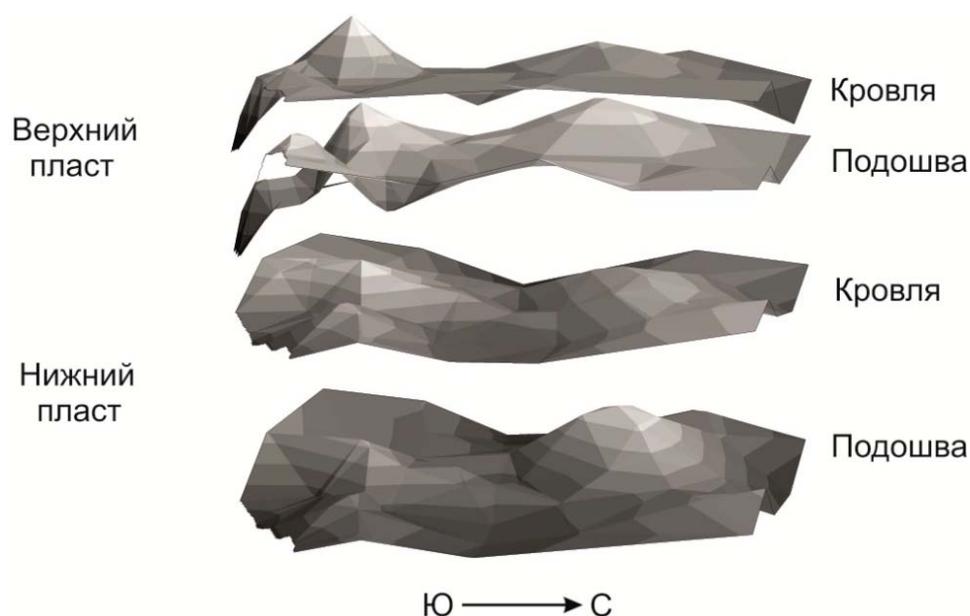


Рис. 3. Структурные поверхности пластов гипса Сюкеевского месторождения (вертикальный масштаб увеличен в 40 раз)

В геологическом строении Предволжья участвуют породы архейской, протерозойской эратем и палеозойской, кайнозойской эратем [18]. Наиболее древние архейские и протерозойские образования слагают кристаллический фундамент, а осадочный чехол представлен морскими и континентальными отложениями платформенного типа девонской, каменноугольной, пермской, неогеновой и четвертичной систем. В современном эрозионном срезе обнажены образования пермской, неогеновой и четвертичной систем, а более древние породы вскрыты скважинами структурного бурения.

Сюкеевское месторождение гипса приурочено к отложениям казанского яруса биармийского (среднего) отдела пермской системы (рис. 4). Казанский ярус подразделяется на нижний и верхний подъярусы. Первый слагается преимущественно доломитами серыми, крепкими с прожилками и гнездами гипса и глин. Верхнеказанский подъярус включает приказанскую, печищенскую и верхнеуслонскую толщи (рис. 5), а отложения представлены в основном гипсами и доломитами с редкими прослоями мергелей и глин. Полная мощность пород верхнеказанского подъяруса составляет 53 м.

Приказанская толща (серия «слоистый камень» [14]) присутствует на всей площади Сюкеевского месторождения и сложена доломитами с прожилками, гнездами и отдельными прослоями гипса мощностью до 4.5 м. Доломиты серые, плотные, часто сильно пропитаны битумом. Кроме битума отмечаются включения кристаллической серы. Полная мощность отложений толщи составляет 35 м. В горнотехническом отношении доломиты приказанской толщи подстилают нижний продуктивный пласт гипса Сюкеевского месторождения.

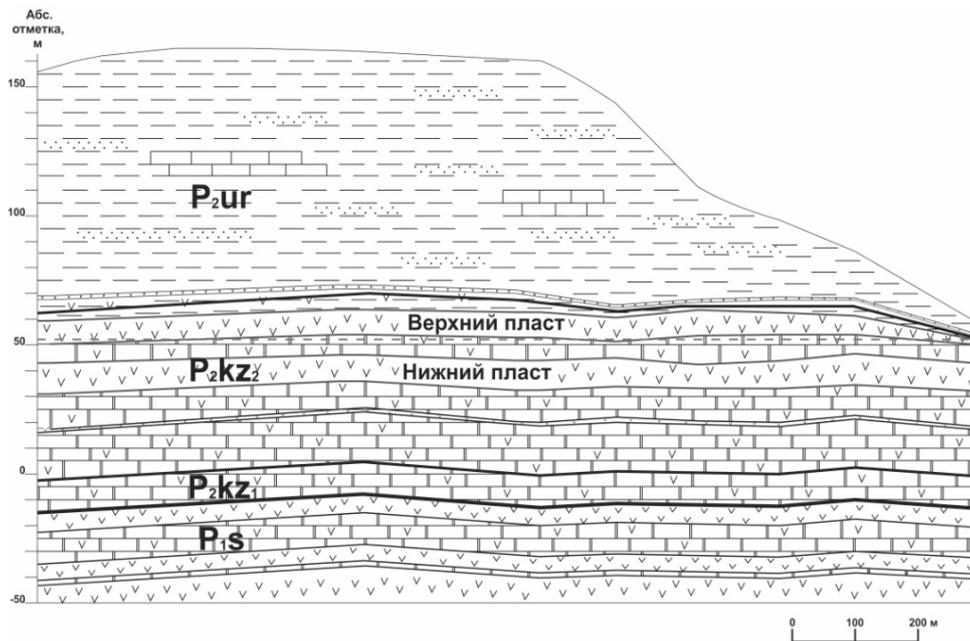


Рис. 4. Геологический разрез Сюкеевского месторождения (условные обозначения см. рис. 5)

Печищенская толща (серии «подбой», «серый камень» и «шиханы») сложена выдержанными по мощности пластами гипса и доломита. На всей площади месторождения в основании разреза толщи находится нижний продуктивный пласт гипса (рис. 2, 4, 5). Гипс белый, кристаллический, массивный с тонкими прослойками доломитов и глин мощностью 0.1–0.7 м. Мощность нижнего пласта составляет 7.9–11.7 м («семисаженик»). Глубина залегания кровли нижнего пласта изменяется от 25 до 117 м и возрастает от Куйбышевского водохранилища вверх по склону (см. рис. 4).

Выше пласта гипса расположен слой доломитов буровато-серых плотных, участками трещиноватых, с включениями кристаллической серы, гнездами, линзами и желваками гипса и прожилками волокнистого гипса (селенита). Мощность доломитов печищенской толщи достигает 7–11 м и они сильно битуминизированы. Положение слоя доломитов между нижним и верхним продуктивными пластами гипса в Сюкеевском месторождении позволяет рассматривать его как довольно устойчивый скальный массив при селективной промышленной обработке гипсовых пластов. Общая мощность отложений печищенской толщи в пределах месторождения достигает 22 м.

В верхнеуслонской толще (серии «опоки» и «подлужник») выделяются снизу-вверх три пачки пород: доломитово-гипсово-глинистая, гипсовая и глинистая. Первая пачка присутствует не на всей площади месторождения и представлена переслаиванием доломита светло-серого, гипса белого кристаллического и глин зеленовато-серых, содержащих прожилки и линзы гипса. Мощность пачки составляет 1.2–5.7 м. Гипсовая пачка (верхний пласт) присутствует повсеместно и сложена гипсом белым, кристаллическим, содержащим небольшие прожилки и включения доломитов и глин. Мощность пласта гипса составляет

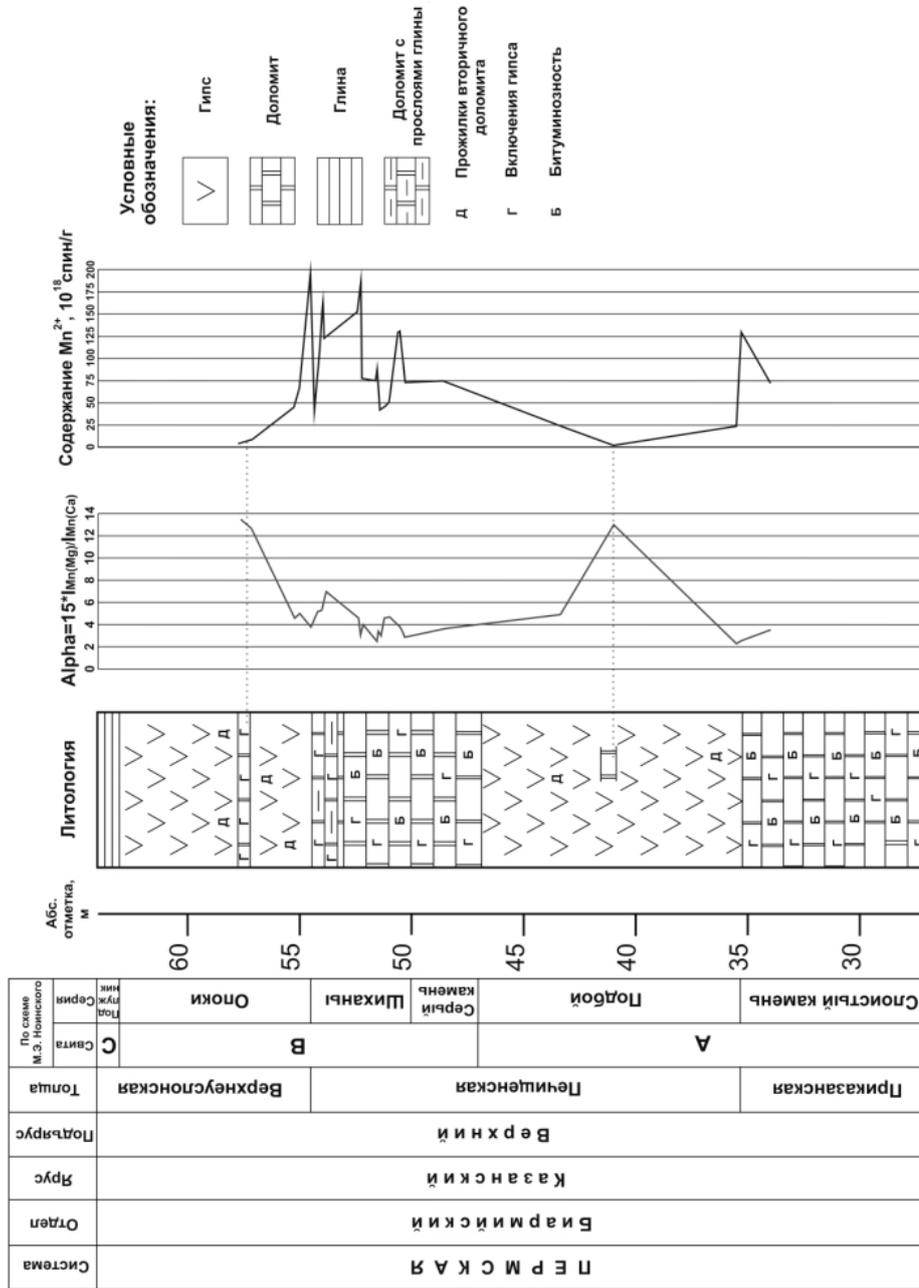


Рис. 5. Стрoение верхнеказанского подъяруса, параметр α и содержания Mn^{2+} в скважине 22

9.3–11.0 м, а глубина залегания его кровли изменяется от 12.2 до 99.6 м (см. рис. 4). На Камско-Устьинском месторождении мощность данного пласта составляет всего 4.6 м, что позволило местным жителям называть данный пласт «семиаршинником» [19]. Глинистая пачка на Сюкеевском месторождении слагается глинами серыми с включениями гипса и мергелем серым, трещиноватым с прожилками гипса; мощность пачки небольшая (1.75–5.60 м). Общая мощность отложенной верхнеуслонской толщи Сюкеевского месторождения составляет 8.2–15.4 м.

Отложения уржумского яруса перекрывают продуктивный верхнеказанский подъярус и развиты на всей площади Сюкеевского месторождения (см. рис. 4). Они представлены преимущественно красноцветными песчано-глинистыми породами с прослоями известняков, доломитов, мергелей и гипса. Мощность уржумских отложений изменяется от 5 до 96 м.

Как отмечалось выше, продуктивная толща Сюкеевского месторождения представлена двумя пластами гипса, которые залегают достаточно глубоко. Поэтому добыча гипса будет осуществляться подземными горизонтальными выработками (штольни, штреки) камерно-столбовым способом без крепления стенок. Опыт подобной разработки имеется как на самом месторождении (бывшие рудники «Горняк» и «Сюкеевский»), так и на действующем Камско-Устьинском месторождении (см. рис. 1). Гипс, слагающий нижний пласт Сюкеевского месторождения, довольно монолитный, без трещин. По данным физико-механических испытаний гипс характеризуется следующими показателями: средняя плотность – 2.25 г/см³, пористость – 4.7%, предел прочности при сжатии в сухом состоянии – 14.9 МПа, в насыщенном водой состоянии – 14.0 МПа. Породы, ассоциирующие с гипсом, относятся к группе скальных и будут обладать достаточной устойчивостью при разработке месторождения. Карстовые явления в нижнем пласте при проведении геологоразведочных работ не зафиксированы, однако можно предположить наличие здесь многочисленных карстовых полостей, так как данный район издавна известен широким развитием пещер и провалов в верхнеказанских сульфатно-карбонатных породах ([8, 20] и др.). Гипс верхнего пласта монолитный, крепкий, трещиноватый. Его физико-механические показатели следующие: средняя плотность – 2.29 г/см³, пористость – 1.7%, предел прочности при сжатии в сухом состоянии – 15.4 МПа. Породы пласта относятся к группе скальных и будут обладать хорошей устойчивостью при разработке месторождения. Карстовые явления в данном пласте характерны лишь для прибрежной зоны Куйбышевского водохранилища.

Анализ химического состава продуктивных пластов Сюкеевского месторождения (табл. 2) показал, что гипсовые камни являются в основном чистыми природными разновидностями минерала гипса. Незначительное снижение в отдельных пробах содержания двуводной сернокислой соли кальция объясняется наличием примеси доломитов. Нижний продуктивный пласт гипса отличается большей чистотой и постоянством химического состава, так как содержит меньше карбонатных включений.

Впервые для Сюкеевского месторождения нами изучены особенности доломитов верхнеказанского подъяруса на контакте их с гипсом с помощью метода электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). Данным методом однозначно отличают примесные ионы, изоморфно входящие в решетку различных

Табл. 2

Химический состав продуктивных пластов гипса Сюкеевского месторождения

Компоненты	Содержание компонентов, %	
	Верхний пласт	Нижний пласт
CaO	$\frac{26.3 - 32.7}{31.8}$	$\frac{32.1 - 33.0}{32.6}$
MgO	$\frac{0.02 - 2.8}{1.2}$	$\frac{0.5 - 1.5}{0.87}$
SO ₃	$\frac{34.1 - 46.1}{43.1}$	$\frac{43.6 - 46.3}{45.0}$
CO ₂	$\frac{0.42 - 6.3}{3.0}$	$\frac{1.1 - 4.8}{2.2}$
R ₂ O ₃	$\frac{0.08 - 1.0}{0.3}$	$\frac{0.08 - 1.3}{0.2}$
Нерастворимый остаток	$\frac{0.6 - 18.6}{2.5}$	$\frac{0.3 - 2.2}{0.6}$
Гидратная вода	$\frac{15.0 - 20.1}{18.7}$	$\frac{18.8 - 20.1}{19.4}$
Гипс (CaSO ₄ ·2H ₂ O)	$\frac{73.5 - 99.2}{92.8}$	$\frac{93.7 - 99.5}{96.7}$
Количество проб	72	128

Примечание: в числителе – минимальное и максимальное содержания компонента, в знаменателе – среднее значение.

минералов, судят о валентности, координации, характере химической связи, локальной симметрии иона, устанавливают связь наблюдаемого спектра ЭПР с определенным структурным положением, а также характер распределения примесных ионов по неэквивалентным структурным положениям [21]. Основываясь на подобных параметрах, можно говорить об условиях формирования минералов и осадочных пород, а также довольно точно определять влияние тех или иных факторов на седиментационные процессы.

Наиболее распространенными парамагнитными центрами в карбонатах Сюкеевского месторождения являются примесные ионы Mn²⁺, изоморфно замещающие Ca²⁺ и Mg²⁺ в доломите [22]. По ЭПР-спектрам Mn²⁺ устанавливается относительная заселенность марганцем Ca- и Mg-позиций в структуре минерала, которая характеризуется параметром α (alpha). Последний достаточно эффективно применяется для расшифровки вопросов доломитообразования [22–24] и представляет собой отношение интенсивности линии Mn²⁺ в Mg-позиции к интенсивности линии Mn²⁺ в Ca-позиции [24]:

$$\alpha = 15 I[\text{Mn}(\text{Mg})] / I[\text{Mn}(\text{Ca})]. \quad (1)$$

Анализ ЭПР-спектров Mn²⁺ и параметра α доломитов из скважины 22 Сюкеевского месторождения показал следующее (см. рис. 5). Карбонатное вещество верхнеказанских отложений представлено исключительно доломитами, что подтверждается и результатами химических анализов для данного района [5, 25]. Минимальные значения содержания Mn²⁺ ((3–9)·10¹⁸ спин/г) установлены в линзовидных прослоях и включениях доломитов в верхнем и нижнем пластах гипса

(серии «опоки» и «подбой»). В непродуктивных толщах данный параметр значительно выше и изменяется от $2.6 \cdot 10^{19}$ до $1.92 \cdot 10^{20}$ спин/г. По-видимому, высокие значения концентрации Mn^{2+} в сериях «слоистый камень», «серый камень» и «шиханы» указывают на меньшую соленость осадочного бассейна в данные временные отрезки и дополнительный привнос марганца с суши поверхностными водами.

Значения параметра α изменяются по разрезу в широких пределах от 2.5 до 13.5. При этом максимальные значения параметра α соответствуют минимальным значениям концентраций Mn^{2+} в прослоях и линзах доломитов в продуктивных гипсовых пластах (см. рис. 5). Данный факт можно объяснить тем, что при формировании доломитов и сульфатов в соленых эвапоритовых бассейнах Mn^{2+} занимает позицию Mg^{2+} , тогда как в менее соленых водах ион марганца предпочитает занимать позицию Ca^{2+} . Отсюда значения параметра α в непродуктивной толще разреза Сюкеевского месторождения значительно ниже. Необходимо также учитывать, что особенно в продуктивных пластах гипса, наряду с селенитом, встречаются так называемые «вторичные доломиты», которые характеризуются значениями α менее 5 [23]. Проведенными исследованиями установлено, что параметр α в доломитах не имеет прямой связи с наличием или отсутствием в разрезе гипса, а зависит только от начальных условий образования доломитов в эвапоритовом бассейне. Ранее связь параметра α в доломитах с содержанием в них гипса устанавливалась для загипсованной серии «опоки» в разрезе Печищи [22]. В целом анализ параметра α и поведения иона марганца в доломитах указывает на высокую солёность бассейна в позднеказанское время в районе Сюкеевского месторождения, с чем и связана продуктивность разреза на гипсовое сырье.

В результате геологоразведочных работ, выполненных на Сюкеевском месторождении, установлено 5 водоносных горизонтов. Первым от дневной поверхности залегает водоносная уржумская свита (выше верхнего пласта гипса), вмещающими отложениями которой являются трещиноватые глины, тонкие прослои известняков, мергелей, песчаников и гипса. Воды безнапорные и обладают слабыми удельными дебитами, водопроницаемость пластов составляет $0.2-1.0 \text{ м}^2/\text{сут}$. По химическому составу воды относятся к сульфатным магниево-кальцевым и гидрокарбонатно-сульфатным магниево-кальцевым, пресным и слабосоленатым ($0.4-1.7 \text{ г/л}$), слабощелочным и очень жестким (до 24 мг-экв./л). Уровень вод имеет незначительные сезонные колебания, которые связаны с объемом выпадающих атмосферных осадков.

В водоносной верхнеказанской свите, к которой приурочены продуктивные пласты гипса, выделяются 4 горизонта подземных вод различной обильности. При этом верхний пласт гипса практически безводен. Между верхним и нижним пластами гипса залегает водоносный горизонт. Вмещающими породами являются трещиноватые гипсы и доломиты. Подошва этого горизонта расположена на $5-10 \text{ м}$ ниже уровня Куйбышевского водохранилища (абсолютная отметка 53 м), а уровень вод горизонта устанавливается на абсолютных отметках $53-64 \text{ м}$ (рис. 6). Водопроницаемость горизонта составляет $0.3-0.7 \text{ м}^2/\text{сут}$. Воды относятся к сульфатным, хлоридно-сульфатным, магниево- и натриево-кальцевым. Они аналогичны по значениям минерализации, щелочности и жесткости вышележающим водам уржумской свиты, отличие заключается в повышенном

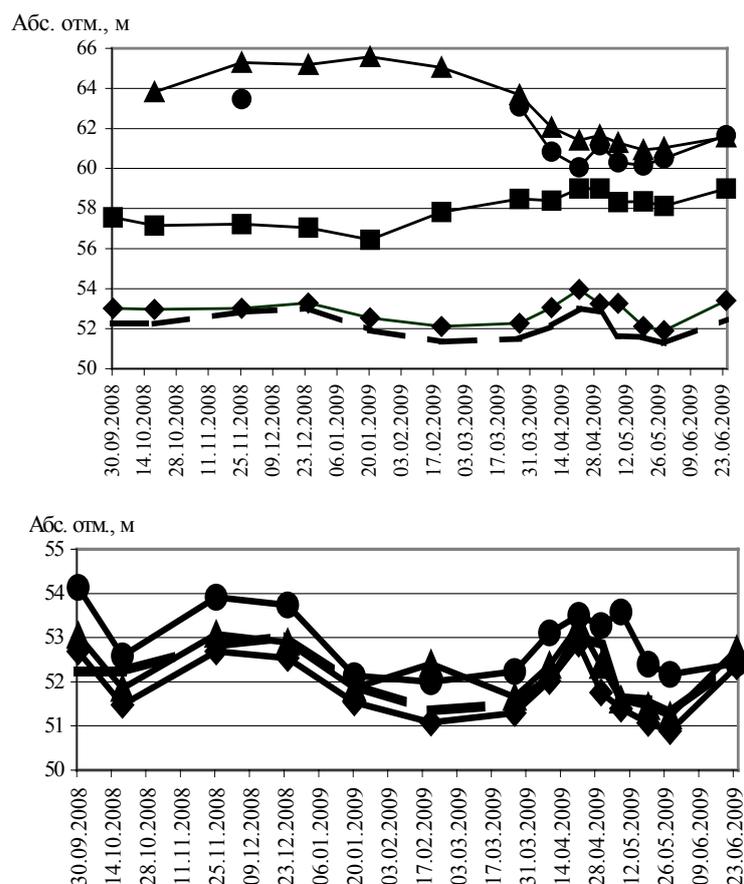


Рис. 6. Колебания уровня Куйбышевского водохранилища (пунктирная линия) и уровней подземных вод на Сюкеевском месторождении по данным режимных наблюдений в скважинах (сплошные линии). Подземные водоносные горизонты: вверху – в доломитах между верхним и нижним пластами гипса; внизу – в доломитах, подстилающих нижний пласт гипса

содержании в казанских водах сероводорода. Режимные наблюдения в скважинах показали, что уровень вод данной водоносной свиты подвержен значительным и незакономерным сезонным колебаниям, что может указывать на два разоб- щенных водоносных пласта (см. рис. 6). В прибрежной полосе в южной части месторождения происходит резкое увеличение водопроницаемости, что, по-видимому, связано с интенсивной закарстованностью и трещиноватостью пород, а также наличием подпора подземных вод Куйбышевским водохранилищем.

В нижнем пласте гипса вода приурочена к трещиноватым зонам. Данный горизонт вскрыт на абсолютных отметках 38–45 м, то есть значительно ниже уреза водохранилища. Воды здесь напорные, их уровень местами фиксируется даже в верхнем пласте гипса, хотя водопроницаемость и удельные дебиты горизонта низки и составляют 0.02–0.1 м²/сут и 0.001–0.004 л/с соответственно. Воды относятся к гидрокарбонатно-сульфатным, натриево-кальциевым, щелочным, пресные или слабосоленоватые, жесткие и очень жесткие. Сезонные колебания уровня воды данного горизонта незначительны.

Наиболее водообильным в пределах Сюкеевского месторождения являются доломиты, подстилающие нижний пласт гипса. Подземные воды горизонта напорные. Они вскрыты на абсолютных отметках 31–33 м, а их статический уровень устанавливается на отметках 53–54 м. Уровень вод подвержен сезонным колебаниям, практически идентичным изменениям уровня Куйбышевского водохранилища (см. рис. 6), что свидетельствует о тесной связи подземных и поверхностных вод. Водообильность горизонта уменьшается при удалении от водохранилища. Так, водопроницаемость горизонта в прибрежной части составляет 250–430 м²/сут, а затем уменьшается в северном направлении от 63–120 до 0.1–13 м²/сут. Состав вод гидрокарбонатно-сульфатный, магниевый-кальцевый и натриево-кальцевый, слабосоленый, слабощелочной, очень жесткий. Воды содержат большое количество сероводорода.

Анализ гидрогеологических условий Сюкеевского месторождения свидетельствует о следующем: а) учитывая практически полное отсутствие воды в верхнем пласте гипса, гидрогеологические условия его разработки следует признать благоприятными; б) нижний пласт гипса и слой доломитов между продуктивными пластами гипса включают напорные воды с небольшими дебитами и низкой водопроницаемостью, поэтому на большей части месторождения подземные воды не будут препятствовать разработке нижнего пласта гипса, но потребуют проведения осушительных мероприятий; в) наиболее водообильным и напорным является слой доломитов, подстилающих нижний пласт, поэтому при его разработке рекомендуется оставить в подошве охранный целик.

Таким образом, в результате геологоразведочных работ, проведенных на Сюкеевском месторождении разными организациями в предыдущие десятилетия, хорошо выяснены его геологическое строение, вещественный состав и технологические свойства двух пластов гипса. Современная степень изученности гидрогеологических условий верхнего пласта позволяет охарактеризовать месторождение как подготовленное для промышленного освоения. Выполненные в 2008–2009 гг. геологоразведочные работы, опытно-фильтрационные исследования и режимные наблюдения в скважинах позволили подсчитать запасы нижнего пласта гипса и показали, что при его разработке необходимо предусмотреть мероприятия по откачке вод из эксплуатационных горных выработок.

Основные выводы

Породы, слагающие разрез Сюкеевского месторождения гипса, относятся к группе скальных. Характерными особенностями их являются трещиноватость и закарстованность. Однако физико-механические испытания и опыт разработки данного месторождения и подобных объектов в Поволжье позволяют прогнозировать достаточную устойчивость пород при проведении добычных работ.

Учитывая выдержанную мощность и субгоризонтальное залегание верхнего пласта гипса, наличие устойчивых пород кровли и почти полное отсутствие обводненности, горнотехнические условия его разработки можно признать благоприятными.

Горнотехнические условия разработки нижнего пласта гипса являются достаточно сложными в связи с необходимостью проведения осушительных мероприятий и вероятностью развития карста.

Наиболее перспективными участками для поиска новых месторождений гипса в пермских комплексах следует считать антиклинальные поднятия.

Предлагается использовать параметр α как дополнительный поисковый критерий месторождений гипсового сырья.

Кроме месторождений гипса в данном районе известны проявления битумов, серы, минеральных вод, поделочных камней, строительных материалов, что позволяет выделить здесь Сюкеевскую палеоэнергетическую аномалию, требующую детальных геологических работ с применением современных физико-химических методов исследования вещества.

Авторы признательны руководству ТГРУ ОАО «Татнефть» за помощь и содействие в проведении исследований.

Summary

R.Kh. Sungatullin, R.I. Kadyrov, A.N. Tyurin, S.V. Ignatev. Structure and Mining Conditions of Syukeevskoe Gypsum Deposit.

Exploration works carried out at the Syukeevskoe gypsum deposit in 1959–1960 and 2008–2009 showed the possibility of its development by underground mines (adits). Reserves were calculated according to the industrial categories for upper and lower gypsum beds with thicknesses of 7 m and 11 m, respectively. Hydrogeological conditions for the development of the field were characterized. Additional structural and crystal-chemical criteria for the exploration of gypsum deposits in the Permian evaporite basins were proposed.

Key words: gypsum, Syukeevskoe deposit, bed, reserves, groundwater, adit, ESR, manganese.

Литература

1. *Бейтс Р.Л.* Геология неметаллических полезных ископаемых. – М.: Мир, 1965. – 547 с.
2. *Бетехтин А.Г.* Курс минералогии. – М.: КДУ, 2007. – 721 с.
3. *Миропольский Л.М.* Наиболее рациональные возможности использования гипса в качестве сырья для строительных и других материалов в Татарской АССР // Учен. зап. Казан. ун-та. – 1944. – Т. 104. – 34 с.
4. *Игнатъев В.И.* Формирование Волго-Уральской антеклизы в пермский период. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1976. – 256 с.
5. Методическое руководство по поискам, оценке и разведке месторождений твердых нерудных полезных ископаемых Республики Татарстан (в 3 ч.). Часть 1. Нормативно-правовые, организационные и геолого-экономические основы проведения геологоразведочных работ / Под ред. Ф.М. Хайретдинова, Р.М. Файзуллина. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1999. – 256 с.
6. *Хисамов Р.С., Гатиятуллин Н.С., Либерман В.Б. и др.* Минерально-сырьевая база Республики Татарстан. – Казань: Фэн, 2006. – 319 с.
7. *Тропольский В.И., Гордеев Е.В.* История изучения, современное состояние и перспективы Сюкеевского месторождения битуминозных пород как объекта возможной комплексной разработки для использования в народном хозяйстве. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1990. – 155 с.
8. *Головкинский Н.А.* О пермской формации в центральной части Камско-Волжского бассейна // Материалы по геологии России. – СПб., 1868. – Т. 1, 2. – 146 с.
9. *Сунгатуллин Р.Х.* Минеральные питьевые воды Республики Татарстан // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. – 2010. – Т. 152, кн. 3. – С. 223–237.

10. Чурбанов А.А., Сунгатуллин Р.Х., Хазиев М.И. Цветные камни правобережья Волги // Георесурсы. – 2008. – № 1. – С. 23–24.
11. Бублейников Ф.Д. По следам залежей нефти и угля. – М.- Л.: Гостоптехиздат, 1951. – 336 с.
12. Геология Приказанского района / Науч. ред. А.И. Шевелев. – Казань: ЗАО «Новое знание», 2007. – 208 с.
13. Ноинский М.Э. Геологические исследования в Сюкеевском битуминозном районе осенью 1919 г. // Изв. Главного нефтяного комитета. – 1919. – № 6–7.
14. Ноинский М.Э. Некоторые данные относительно строения и фациального характера казанского яруса в Приказанском районе // Изв. Геологического комитета. – 1924. – Т. 43, № 6. – С. 565–622.
15. Королев Э.А., Хузин И.А., Леонова Л.В., Галеев А.А. Минералогические особенности аутигенных кальцитов Сюкеевского месторождения битумов как результат взаимодействия биогенных и абиогенных факторов // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. – 2008. – Т. 150, кн. 3. – С. 162–168.
16. Королев Э.А., Хузин И.А. Штоковые зоны флюидного внедрения в отложениях верхнеказанского подъяруса над битумной залежью Сюкеевского месторождения (состав, строение, генезис) // Нефть. Газ. Новации. – 2009. – № 9. – С. 24–27.
17. Сунгатуллин Р.Х. Интегральная геология. – Казань: Образц. тип., 2006. – 142 с.
18. Сунгатуллин Р.Х., Буров Б.В., Сунгатуллина Г.М. Геология Республики Татарстан. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2008. – 72 с.
19. Геологические памятники природы Республики Татарстан / Под ред. И.А. Ларочкиной, В.В. Силантьева. – Казань: Акварель-Арт, 2007. – 296 с.
20. Ступишин А.В., Мухитдинова Д.Х. Сюкеевские пещеры. – Казань: Тат. кн. изд-во, 1950. – 24 с.
21. Маслов А.В. Осадочные породы: методы изучения и интерпретации полученных данных. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2005. – 289 с.
22. Муравьев Ф.А. Литолого-минералогическая характеристика пермских маркирующих карбонатных горизонтов РТ: Дис. ... канд. геол.-мин. наук. – Казань, 2007. – 196 с.
23. Мухитдинова Н.Г. Литология и битуминозность отложений казанского яруса Мелекесской впадины ТССР: Дис. ... канд. геол.-мин. наук. – Казань, 1991. – 194 с.
24. Тимесков В.А., Крутиков В.Ф., Богданов Н.Г. Геохимия марганца в карбонатных породах магнетитовых месторождений СССР // Сов. геология. – 1983. – № 12. – С. 93–101.
25. Сунгатуллин Р.Х. Литохимические параметры при исследовании геологического пространства // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. – 2005. – Т. 147, кн. 1. – С. 62–75.

Поступила в редакцию
19.04.11

Сунгатуллин Рафаэль Харисович – доктор геолого-минералогических наук, доцент кафедры региональной геологии и полезных ископаемых Казанского (Приволжского) федерального университета.

E-mail: Rafael.Sungatullin@ksu.ru

Кадыров Раиль Ильгизарович – аспирант кафедры региональной геологии и полезных ископаемых Казанского (Приволжского) федерального университета.

E-mail: Rail7777@gmail.com

Тюрин Анатолий Николаевич – кандидат геолого-минералогических наук, ведущий геолог ТГРУ ОАО «Татнефть».

Игнатъев Сергей Васильевич – геолог I категории ТГРУ ОАО «Татнефть».