

МЕСТОРОЖДЕНИЕ МЕДИ САЙГАЧЬЕ: ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ, ГЕНЕЗИС, ПРОГНОЗ

© 2019 г. А.М. Тюрин
ООО "ВолгоУралНИПИгаз"

Аннотация: месторождение меди Сайгачье, вскрытое древним рудником, находится в восточной части Оренбургского вала над залежами нефти и газа Оренбургского НГКМ в серпуховско-артинских карбонатах. Оруднение приурочено к русловым фациям пачки песчаника, имеющей зональное развитие. Подошва пачки является геофизическим репером. По нему в разрезах скважин проводится граница между отложениями казанского и татарского ярусов перми, сложенных, в основном, красноцветными терригенными породами (аргиллит, алевролит, песчаник). Медная руда представлена малахитом и азуритом. Малахит является цементом в песчанике (медистый песчаник). Оба минерала развиты по фрагментам окаменевших стволов деревьев. Формирование месторождения меди явилось результатом уникального сочетания нескольких геологических факторов. Главный из них – локализованный в пространстве вертикальный поток рассеянного метана и сероводорода из залежей Оренбургского НГКМ. Месторождение является эпигенетическим (водородным) и отнесено к каргалинскому типу. Выработками рудника вскрыта небольшая его часть. Месторождение представляет практический интерес. Геолого-геофизические данные, полученные по результатам изучения Оренбургского НГКМ, позволяют создать модель потенциально продуктивной пачки песчаников и разработать рекомендации по картированию в них русловых фаций геофизическими методами и бурением.

Ключевые слова: рудник Сайгачий, месторождение меди, медистые песчаники, геология, генезис, прогноз.

Тюрин Анатолий Матвеевич e-mail: tiurin2007@rambler.ru

THE SAIGA COPPER DEPOSIT: GEOLOGICAL POSITION, ORIGIN, FORECAST

A. M. Tyurin

Vulnipigaz

Abstract: the copper deposit Saiga uncovered by ancient mine located in the Eastern part of the Orenburg structural swell over oil and gas deposits of the Orenburg oil and gas condensate field in Serpukhovi an Artinskian carbonates. Mineralization is connected with channel facies sandstone packs of the zonal distribution. The lower boundary of the pack is a geophysical reference point. In the sections of wells the boundary between the deposits of the Kazanian stage and Tatarian series of Permian system, composed mainly of red terrigenous rocks (argillite,

siltstone, sandstone). Copper ore is represented by malachite and azurite. Malachite is the cement in sandstone (copper sandstone). Both minerals are distributed on the fragments of fossilized tree trunks. The formation of the copper deposit was the result of a unique combination of several geological factors. The main one is a vertical flow of dispersed methane and hydrogen sulfide localized in space from the deposits of Orenburg oil and gas condensate field. The deposit is epigenetic (hydrogenic). It is referred to Kargaly type. Mine workings revealed a small part of it. The field is of practical interest. The available geological and geophysical data obtained from the study of the Orenburg oil and gas condensate field make it possible to create a model of a potentially productive sandstone pack and to develop recommendations for mapping of channel facies in it by geophysical methods and drilling.

Key words: Saigachy mine, copper deposit, copper sandstones, geology, genesis, forecast.

Медистые песчаники и сланцы являются одним из девяти типов промышленных месторождений меди. Запасы металла в них составляют в России 19,6% от общих, за рубежом 21,5% [11]. Этот тип месторождений развит в Приуралье в отложениях уфимского, казанского и татарского ярусов перми. На юге региона выделяется Башкирско-Оренбургская меденосная область, охватывающая территории Республики Башкортостан и Оренбургской области России, а также Актюбинской области Казахстана. В ее пределах выявлено порядка 2800 рудоносных точек [7]. В Оренбургской области формация медистых песчаников и сланцев представлена двумя фаціальными типами: красноцветными континентальными медьсодержащими терригенными отложениями татарского яруса перми («каргалинский тип») и сероцветными карбонатно-терригенными прибрежно-морскими отложениями нижней части казанского яруса средней перми и нижнего триаса («манефельдский тип») [9].

Достоверно известно, что добыча медной руды на Каргалах (Оренбургская область, верховья р. Каргалки и ее междуречье с р. Янгиз) велась с середины XVIII до начала XX вв. Археологи считают, что добывалась она и в IV–II тысячелетиях до н.э. По разным оценкам добыто 200–500 тыс. т меди. В 1929–1932 гг. месторо-

ждение было разведано колонковым и ударно-вращательным бурением (пробурено более 800 скважин), уточнено его геологическое строение, выполнена оценка остаточных запасов меди (около 3 млн т) [4]. Минералы меди находятся в основном в сероцветных полимиктовых песчаниках русловых фаций в виде рудных тел. Они являются цементом, образуют конкреции и замещают «окаменевшую органику», главным образом фрагменты стволов деревьев. Оруднение захватывает и «мергели» (сильно песчаные известняки), среди которых залегают песчаники. Рудные тела повторяют форму русел водных потоков. Их длина достигает 1400 м, ширина составляет несколько десятков метров, мощность – от 0,5 до 5,5 м. Минералы меди сульфидные (халькопирит, халькозин, ковеллин) и окисленные (малахит, азурит, куприт, хризоколла). Два рудных пласта приурочены к нижней части отложений татарского яруса. Между ними толща безрудных красноцветных пород мощностью 20–35 м.

Южнее Каргалов поисковым бурением изучено месторождение меди Гребени (зона поселков Кушкуль, Гребени и районного центра Сакмара). В основании калиновской свиты казанского яруса на глубинах 209–571 м вскрыт продуктивный пласт морского генезиса мощностью 0,04–2,1 м. Он сложен переслаивающимися сероцвет-

тными песчаниками, алевролитами, аргиллитами и известняками [9]. Особенности строения месторождения приведены в публикациях [6, 7].

Древний медный рудник Сайгачий – охраняемый памятник природы – находится на невысоком поднятии на краю левой коренной надпойменной террасы реки Бердянка (левый приток Урала, Оренбургский район Оренбургской области). Расстояние до поселка Благодославенка (к С–С–З от рудника) 6,2 км, Бердянка (к Ю–Ю–З) – 3,8 км. Руда добывалась в вертикальных горных выработках и в штольне. Сегодня выработкам соответствуют ямы глубиной 3–5 м. Вход в штольню хорошо сохранился. В восточной части рудника горные выработки расположены линейно. На продолжении этой линии находится и выработка в его западной части. Общая длина выработок рудника 250 м. Сведений по месторождению меди Сайгачье в опубликованной литературе не имеется. Не упоминается оно и в отчетах по результатам геологического картирования листов М-40 [9], (П. В. Лядский, 2010 г.) и М-40-І, ІІ (А. М. Пуцаев, 2001 г.). Между тем геологическая позиция и генезис месторождения представляет научный интерес, а прогноз его развития за пределами рудника – практический.

Академик П. С. Паллас, посетив в 1768 г. Оренбургскую губернию, рудник Сайгачий не осматривал, привел его описание «по сообщенным ... известиям» [10]. В 90-х годах прошлого века штольня рудника исследована спелеологами [5]. Длина ее изученного участка 11 м. В 2016 г. рудник Сайгачий изучен геологами и археологами в рамках гранта РФФИ № 16–06–00232 [1, 15]. Определена геохимическая специализация медных руд исторических рудников. Для трех образцов руды Сайгачьего – «чистая медь», для двух образцов Каргалов – «свинцовая», для одного – «серебро-свинцовая». Другие

результаты фундаментального исследования пока не опубликованы.

Вблизи реки Бердянки выявлено три медных рудопроявления (П. В. Лядский, 2010 г.). Два в керне и шламе скважин. Одна скважина находится в 6 км к С–С–В от рудника Сайгачий, другая в 16 км южнее. Рядом с последней выявлено рудопроявление в обрыве берега реки.

В статье [13] приведены общие сведения по руднику Сайгачий. Он находится в восточной части Оренбургского вала, к серпуховско-артинским карбонатам которого приурочено Оренбургское НГКМ. Месторождение изучено глубоким бурением и сейсморазведкой МОГТ-3D. Продуктивные карбонаты перекрыты соленосными отложениями кунгурского яруса нижней перми. К его кровле приурочен сейсмический репер Кн. В 2005 году введена новая стратиграфическая шкала, но мы взяли за основу легенду Средневожской серии 1999 года. По ней надсолевые отложения перми отнесены к ее верхнему отделу (уфимский, казанский и татарский ярусы). Для их расчленения по разрезам скважин (данные ГИС, ГТИ и изучения керна) привлечены материалы по геологическому картированию (листы М-40-І, ІІ). Эта работа велась Н. А. Ивановой в течение последних лет. Надсолевые отложения перми представлены в основном красноцветными терригенными породами (аргиллит, алевролит, песчаник). В пределах Оренбургского вала мощность отложений казанского и татарского ярусов достигает первых сотен метров и возрастает в восточном направлении. Мощность отложений уфимского яруса порядка 100 м.

На западе Оренбургского вала гидрохимическая свита казанского яруса (мощность 5–45 м) сложена карбонатно-эвапоритовыми породами. Она является зональным флюидоупором, ограничивающим снизу самый верхний татарский водоносный ком-

плекс. В восточном направлении количество сульфатно-галогенных пород в ярусе убывает до полного исчезновения. Терригенно-карбонатные породы замещаются преимущественно терригенными. На долготе Оренбурга карбонатно-эвапоритовые породы гидрохимической свиты фациально замещаются пачкой известняков мощностью до 10 м. На долготе реки Бердянки зональный флюидоупор выклинивается.

Триасовая система представлена преимущественно красноцветными континентальными терригенными образованиями. Меловая и юрская системы сложены морскими сероцветами с широким развитием псаммо-алевро-пелитовых и карбонатных (мергели, известняки) пород. Кайнозойские отложения (мощность от 0 до 60 м) представлены красновато- и буровато-коричневыми плотными и рыхлыми глинами, глинистыми песчаниками, суглинками, песками с прослоями галечника, с неотсортированным глинисто-щебнистым материалом в основании разреза.

Выделены следующие элементы геологической позиции участка месторождения меди Сайгачье, вскрытого одноименным рудником [13].

1. Месторождение приурочено к русловым фациям (конгломерат с галькой изверженных и фрагментами осадочных пород, косослоистые песчаники).

2. Русло водного потока имело субширотное простираие. Скорость течения в нем была высокой (переносилась крупная галька силикатов – кремния, яшмы и кварца).

3. Месторождение находится:

- в пачке песчаника и конгломерата, залегающей в нижней части преимущественно красноцветных терригенных отложений татарского яруса;

- пачка песчаника и конгломерата является основанием ритмопачки и имеет зональное развитие;

- в зоне смены фациального состава преимущественно красноцветных карбонатно-терригенных отложений казанского яруса;

- на восточной границе зонального флюидоупора (отложения гидрохимической свиты);

- на оси Оренбургского вала по кровле продуктивных подсолевых карбонатов;

- на оси структурного носа (раскрывается на восток) по пластам надсолевых отложений верхней перми (ситуация до начала проявления соляной тектоники);

- над Оренбургским НГКМ, в газе которого имеется сероводород;

- в верхней части склона соляной гряды.

4. Месторождение относится к каргалинскому типу.

Медная руда представлена малахитом и азуритом. Малахит является цементом в песчанике (медистый песчаник). Оба минерала развиты по фрагментам окаменевших стволов деревьев.

Единой согласованной модели формирования медистых песчаников и сланцев в Приуралье не имеется [3, 4, 6, 8, 11]. Элементы нашей модели формирования месторождения Сайгачье приведены в статье [14]. Но сначала рассмотрим два специальных вопроса.

Ранее нами выполнен анализ результатов газогеохимической съемки на нефть и газ на юге Оренбургской области [12]. В газогеохимических полях проявились месторождения нефти и газа – Бердянское, Нагумановское, Копанское, Акобинское и Оренбургское. Следовательно, толща солей кунгурского яруса «пропускает» метан, скопления которого фиксируются в подпочвенном слое.

Автор диссертационной работы [2] по данным ГИС, обработанным по специальной методике, выполнила прогноз зон аномально высоких поровых давлений (АВПД) в разрезах четырех скважин юга Оренбургской области (501 Вершиновская,

1 Нагумановская, 210 Донголюкская и 106 Предуральская). По полученным данным «... регионально прослеживается только зона АВПД № 3, приуроченная к отложениям татарского, казанского и уфимского ярусов пермской системы» [2, с. 93]. Надсолевые терригенные отложения верхней перми в разрезах этих скважин континентальные красноцветные, в них зафиксированы АВПД. Механизм его формирования понятен. Это превращение глин в аргиллиты с выдавливанием в поры воды, связанной ранее на поверхности глинистых минералов. Вода из пор с АВПД разгружается в проницаемые пласты песчаника, где формируется пластовое давление выше гидростатического. Возникает поток пластовой воды к зонам разгрузки, направление потока будет по восстанию пластов. Воды татарского водоносного комплекса разгружаются в зону вертикального дренирования (верхняя часть разреза мощностью 50–100 м). Часть минерализованной воды, выжатой из его отложений, попадает в реки, часть испаряется на поверхности земли, оставляя налеты соли.

На каком-то этапе (предположительно в триасе) формирования Оренбургского вала образовался структурный нос по зональному флюидоупору (гидрохимическая свита). Под ним задерживался метан, мигрировавший из подсолевых залежей Оренбургского НГКМ. Часть метана проникала через флюидоупор и мигрировала к поверхности земли. Другая часть формировала относительно плотный поток (мы говорим о рассеянном потоке) по оси структурного носа и мигрировала на восток. Этот метан доходил до области выклинивания зонального флюидоупора и перемещался вверх. Вместе с метаном из Оренбургского НГКМ уходил и сероводород. Таким образом, на локальном участке Оренбургского вала (его осевая область в зоне выклинивания флюидоупора) формировался относительно плотный

вертикальный поток метана и сероводорода. На своем пути он попадал в проницаемую пачку пластов песчаника и конгломерата нижней части татарского яруса.

При уплотнении глин верхней перми (их превращения в аргиллит) в проницаемые пласты выжималась минерализованная вода. Пластовое давление в проницаемых пластах было выше гидростатического («выжималась»), что обеспечивало поток пластовой воды к зонам разгрузки. В районе будущего месторождения меди два потока (метана с сероводородом и минерализованной пластовой воды) пересекались. Причем наиболее «плотное» пересечение происходило в русловых фациях древнего водного потока, характеризующихся высокой проницаемостью. Здесь в условиях восстановительной обстановки (метан) и наличия серы (сероводород) происходило образование сульфидных минералов меди, по аналогии с месторождением Гребени, — халькопирит, халькозин, ковеллин, борнит, дигенит [6]. Обозначенная модель иллюстрируется рисунком 1.

На начальном этапе галокинеза относительно простая система потоков флюидов в пределах Оренбургского вала была разрушена. Формирующаяся соляная гряда вывела рудный пласт Сайгачьего в зону дренирования, характеризующуюся окислительной обстановкой. Сульфиды меди окислились, превратились в малахит и азурит. При дальнейшем росте гряды рудные пласты были выведены на дневную поверхность и эродированы над ее верхней частью.

Выше приведены общие сведения по геохимической модели процесса, протекавшего на эпигенетическом барьере. Важнейшей его составляющей, вероятно, является кремний, точнее его минералы. Они были катализаторами. Минералы меди формировались на окаменевших фрагментах древесины (минералы халцедон, опал и др.) и в полимиктовом песчанике, содержащем

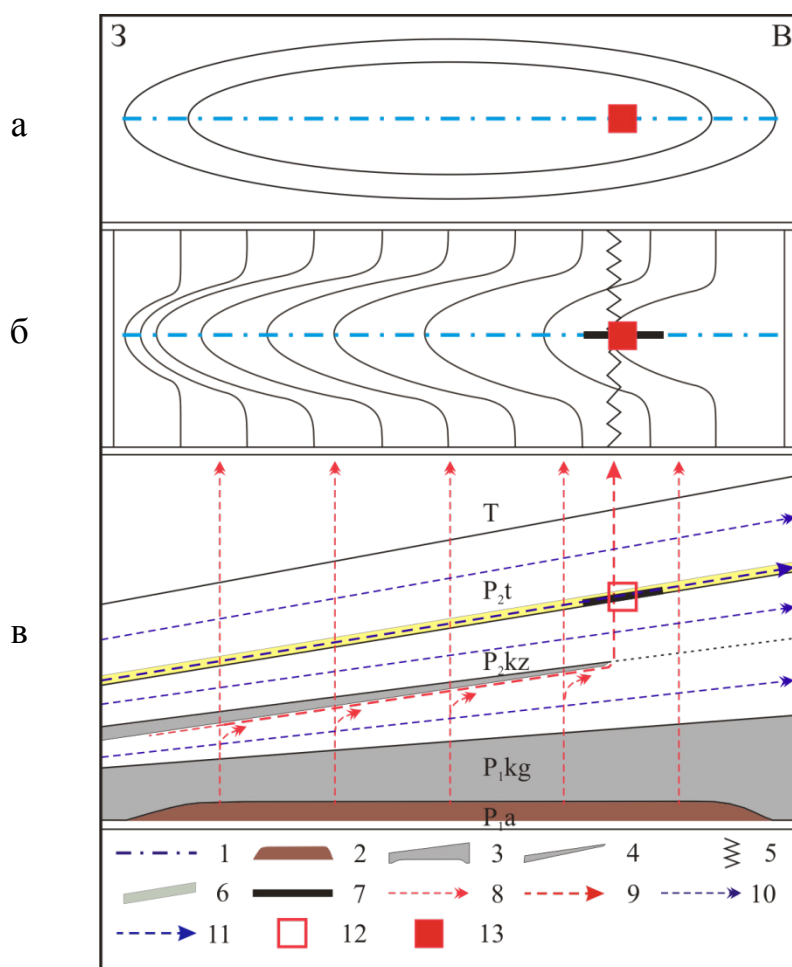


Рис. 1. Модель потоков флюидов на начальном этапе формирования Оренбургского вала

Структурные планы в условных изолиниях: а – Оренбургского вала по кровле артинских карбонатов нижней перми, б – структурного носа по пластам надсолевых отложений верхней перми; в – геологический разрез по оси вала и структурного носа

1 – ось Оренбургского вала по кровле подсолевых карбонатов артинского яруса и структурного носа по надсолевым отложениям; 2 – формирующиеся месторождения углеводородов в карбонатах артинского яруса; 3 – соли и ангидриты кунгурского яруса (региональный флюидоупор); 4 – карбонатно-эвапоритовые отложения гидрохимической свиты (зональный флюидоупор); 5 – линия смены фациального состава отложений гидрохимической свиты (к востоку от нее свита сложена терригенными отложениями), граница зоны развития зонального флюидоупора; 6 – пачка песчаника в нижней части отложений татарского яруса; 7 – русловые фации; *рассеянный поток метана и сероводорода*: 8 – слабый, 9 – относительно плотный; *движение минерализованных пластовых вод в зону разгрузки*: 10 – в низкопроницаемых пластах, 11 – в пласте песчаника с высокой проницаемостью; 12 – локальная область пересечения потока пластовой воды с потоком метана с сероводородом (эпигенетический барьер, на котором сформировалось месторождение меди Сайгачье); 13 – позиция месторождения Сайгачье относительно структурных планов подсолевых и надсолевых отложений

зерна кварца, а рудные «мергели» Каргалов содержат 24% кварца [4]. У химического процесса с участием метана и сероводорода есть еще одно следствие – красноцветные породы становятся сероцветными. Один из этапов этого преобразования на Сайгачьем

зафиксирован в образцах конгломерата, сложенного частично окатанными осколками осадочных пород (размеры до 5 см). Цемент предположительно глинисто-карбонатный серого цвета с содержанием песка серого цвета. Осколки представлены

алевролитом и мергелем. Часть их на склоне имеет серый цвет, часть – красноватый. Красноватые фрагменты с внешней стороны «осветлены» на глубину до 3 мм, то есть в породе протекал метасоматический процесс, по результатам которого красноцветные алевролиты становились сероцветными. Встречаются конгломераты с медным оруднением (малахит), которое наблюдается в основном по цементу. Местами оруднение проникает и в осветленные участки фрагментов красноцветных пород. Значит, все сероцветные отложения, вскрытые выработками рудника Сайгачий, в прошлом были красноцветными. Авторы публикации [3] отметили еще два следствия катагенетического изменения пород – их пиритизация и кальцитизация.

Таким образом, формирование месторождения меди Сайгачье явилось результатом уникального сочетания нескольких геоло-

гических факторов. Главный из них – локализованный в пространстве вертикальный поток рассеянного метана и сероводорода. Месторождение является эпигенетическим (водородным).

В районе рудника Сайгачий по реперу Кн закартирована соляная гряда. Верхняя ее часть оконтурена изогипсой –250 м (рис. 2). Простирается гряда в целом широтное, но ось ее восточного сегмента развернута на С-В. Рудник находится над верхней частью склона гряды.

По комплексу данных наш вывод однозначный: песчаники, вскрытые выработками рудника, соответствуют пачке песчаника, к подошве которой приурочен геофизический репер. По нему в разрезах скважин (по ГК, НГК и каверномеру) проводится граница между казанским и татарским ярусами. Ритмопачка в самой нижней части татарского яруса состоит из трех ритмо-

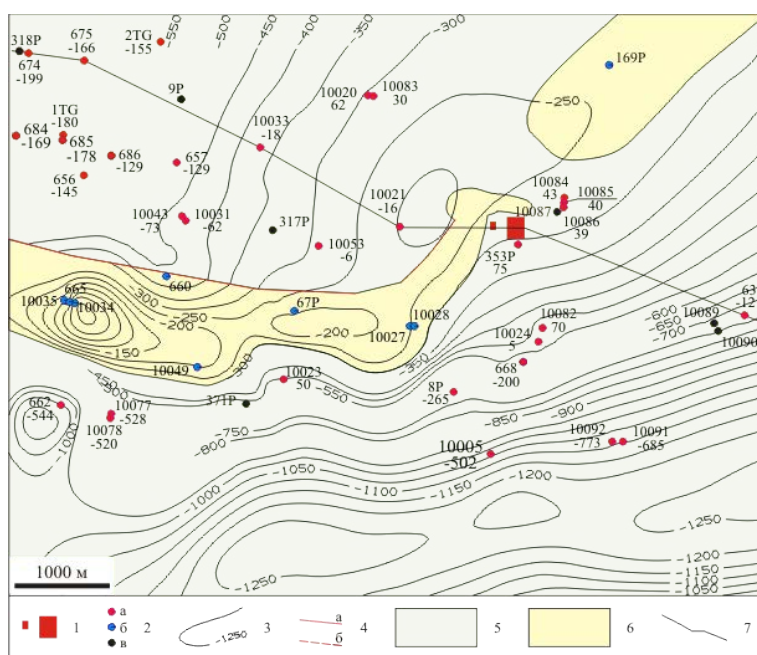


Рис. 2. Месторождение меди Сайгачье. Прогноз зон его развития за пределами рудника

1 – рудник Сайгачий; 2 – скважины на Оренбургском НГКМ, в разрезе которых в нижней части татарского яруса имеется потенциально перспективная на медь ритмопачка: а - полный разрез, в знаменателе абсолютная отметка ее нижней границы, б - нет отложений нижней части татарского яруса, в - неинформативные; 3 – изолинии по кровле солей кунгурского яруса по данным сейсморазведки МОГТ-3Д (сейсмический репер Кн); 4 – разломы, выделенные по данным сейсморазведки: а - МОГТ-3Д, б - бурения; зоны: 5 - перспективные на медную руду, 6 - неперспективные; 7 – линия геологического разреза

циклов. В основании нижнего и верхнего залегают пачки песчаника, среднего – пачка переслаивания песчаника и алевролита. Верхняя часть ритмоциклов сложена аргиллитом. Мощность ритмопачки в разрезах скв.674, 675, 10033, 10021 и 353 меняется от 24 до 39 м. Мощность нижней пачки песчаника – от 3,7 до 5 м. К ней приурочены продуктивные русловые фации, вскрытые выработками рудника.

Геологический разрез по линии скважин через месторождение Сайгачье показан на рисунке 3. В комментарии нуждается только разлом, выделенный нами между рудником и скв.10021. В разрезе этой скважины ритмопачка выделяется по данным ГИС практически однозначно. Согласовать ее гипсометрию с гипсометрией нижней пачки продуктивного песчаника, вскрытой выработками рудника, можно через разлом, сформировавшийся над верхней частью склона соляной гряды в месте изменения ее простираения. На поверхности земли разлому соответствует линейный участок временного водотока. Около него нами собрано

на пашне большое количество плоских камней песчаника (крепкий, полимиктовый) и гальки силикатов. Найден и образец медистого песчаника. Предполагается, что это следы эродированной ритмопачки на блоке, приподнятом по разлому.

Продуктивные пласты Каргалов частично срезаны эрозией. По их фрагментам можно оценить минимальные размеры рудного поля – 13х48 км. По нашей модели формирования месторождения Сайгачьего практически исключается тождество «рудник» = «месторождение». Выработки рудника вскрыли малую часть месторождения. Само же месторождение меди приурочено к осевой зоне Оренбургского вала (относительно уплощенной его верхней части), ширина которой на долготе скв.353–1,8, скв.100033–2,8 км. Зональный флюидоупор выклинивается на долготе реки Бердянки. Но его экранирующие свойства для метана и сероводорода меняются относительно плавно от Восточного купола вала до Бердянки, что является основанием для прогноза развития продуктивного пласта

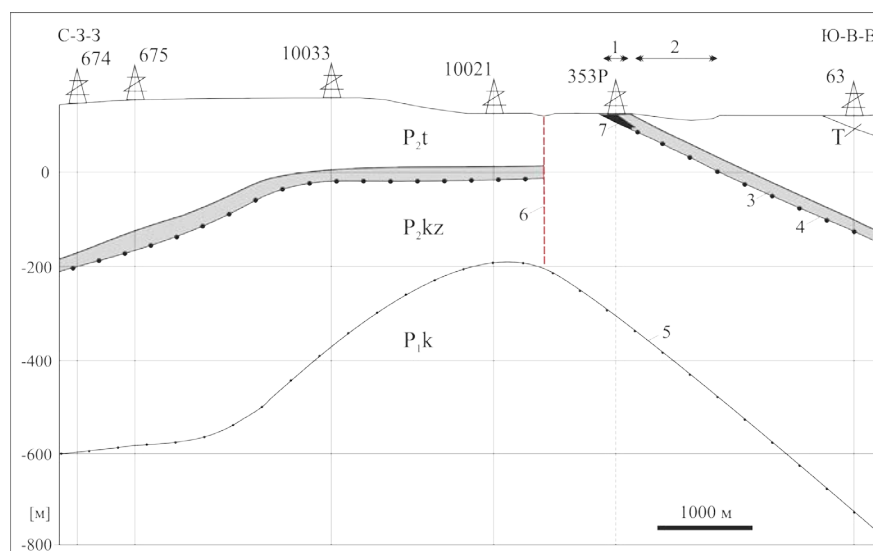


Рис. 3. Месторождение меди Сайгачье. Геологический разрез по линии скважин

1 – месторождение меди, вскрытое выработками рудника; 2 – пойма Бердянки; 3 – ритмопачка в основании татарского яруса (нижняя пачка песчаника потенциально продуктивна); 4 – геофизический репер; 5 – сейсмический репер Кн; 6 – разлом; 7 – рудное тело

Геология

Сайгачьего на запад. Не исключается и его развитие на восток. Примерную длину зоны возможной рудоносности пласта можно оценить в 8,0 км.

Таким образом, мы прогнозируем рудное поле месторождения меди Сайгачье размером 1,8–2,8х8,0 км. Следующее наше предположение – плотность продуктивных древних русловых отложений на нем соответствует их плотности на Каргалинском рудном поле. Это позволяет экспертно оценить ресурсы меди Сайгачьего месторождения в 200 тыс. т. Цифра является иллюстративной, но она может оказаться существенно заниженной. К зоне выклинивания флюидоупора на долготе реки Бердянки приурочены отмеченные выше три медных рудопоявления. Вполне возможно, здесь локализована линейная зона медного оруднения. Месторождение Сайгачье является ее небольшой частью. Если это так, то ресурсы меди этой зоны могут в разы или на порядок превышать цифру 200 тыс. т.

Продуктивный пласт небольшой мощности представляет практический интерес на глубинах до первых сотен метров. Скорее всего, предполагается добыча меди методом подземного выщелачивания. Средняя альтитуа рельефа над прогнозируемым месторождением Сайгачье примерно 140 м. Практический интерес представляет продуктивный пласт, залегающий выше абсолютной отметки –200 м. При картировании зоны его развития во внимание принято следующее.

1. Промоина временного потока (севернее рудника на расстоянии 280 м) вскрыла отложения казанского яруса.

2. На Оренбургском НГКМ при работах МОГТ-3D изучено строение верхней части разреза методом МПВ с целью получения данных для расчета априорных статических поправок. В верхней части разреза площади Оренбургская-3 выделено три слоя: зона малых скоростей (ЗМС, мощность

от 1 до 35 м, скорость сейсмических волн – от 260 до 680 м/с), зона промежуточных скоростей (ЗПС, мощность от 1 до 36 м, скорость – от 700 до 1350 м/с) и коренные отложения (скорость – от 1600 до 2700 м/с). В районе Сайгачьего мощность ЗМС и ЗПС 3 и 10 м соответственно. Здесь выявлена локальная аномалия (ее размеры 1,8х2,3 км) скорости в ЗПС – 1150–1300 м/с. Она связана с выходом под ЗМС отложений казанского и нижней части татарского ярусов. Сайгачье находится вблизи восточной границы аномалии. По этим данным можно прогнозировать развитие пачки пластов песчаника, вскрытой выработками рудника, на Ю-З на расстояние до 1,1 км.

3. В разрезах скважин, расположенных над верхней частью соляной гряды, отложений нижней части татарского яруса не выявлено. Исключением является скважина 10033. В разрезах других скважин ритмопачка выделяется.

По этим данным подготовлен прогноз зон, перспективных на медную руду (рис. 2). Особый поисковый интерес представляет площадь, расположенная севернее широтного участка соляной гряды. Потенциально продуктивный пласт здесь залегает на глубинах 100–350 м. Картирование русловых фаций может быть выполнено высокоразрешающей сейсморазведкой и электроразведкой в комплексе с бурением.

Общие выводы сводятся к следующему.

1. Выработками рудника Сайгачьего вскрыта небольшая часть одноименного месторождения меди. Оно представляет практический интерес.

2. Имеющиеся геолого-геофизические данные, полученные по результатам изучения Оренбургского НГКМ, позволяют создать модель потенциально продуктивной пачки песчаников прогнозируемого месторождения и разработать рекомендации по картированию в них русловых фаций геофизическими методами и бурением.

3. Выполнение работ по пункту 2 является первоочередной задачей дальнейшего изучения месторождения меди Сайгачье.

Л и т е р а т у р а

1. Богданов С.В., Авраменко С.В. Геохимия рудных полей медистых песчаников Степного Приуралья // *Степи Северной Евразии*. – 2018. – С. 228–231.
2. Василенко Е.И. Условия формирования и перспективы нефтегазоносности глубокопогруженных отложений юго-восточной части Волго-Уральской нефтегазоносной провинции: автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. геол.-минерал. наук. – Москва, 2018. – 23 с.
3. Габлина И. Ф., Малиновский Ю.М. Периодичность меденакопления в осадочной оболочке Земли // *Литология и полезные ископаемые*. – 2008. – № 2. – С. 155–173.
4. Горожанин В.М., Горожанина Е.Н., Овчинников В.В., Пучков В.Н. Геологическая характеристика рудного поля. Каргалы, Т.І. – 2002. – С. 19–24.
5. Грек И.О., Долотов Ю.А. Исследования древних рудников в Оренбургской области и Башкирии // *Спелестологический Ежегодник РОССИ 2000. – 2001.* – С. 61–87.
6. Демина Т.Я., Тараборин Г.В. Комплексное изучение осадочных толщ северной части Оренбургского Приуралья. – Оренбург, 2004.
7. Демина Т.Я., Тараборин Г.В., Тараборин Д.Г. Геолого-генетическое моделирование и прогнозирование месторождений типа медистых песчаников // *Бюл. Оренбург. научного центра УрО РАН. Геология, гидрогеология, геоэкология, сейсмология*. – 2011. – № 2. – с. 9.
8. Лурье А.М. Генезис медистых песчаников и сланцев. – М.: Недра, 1988. – 182 с.
9. Лядский П.В. Объяснительная записка «Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1: 1 000 000 (третье поколение). Серия Уральская. Лист М-40 (Оренбург) с клапаном М-41. – ВСЕГЕИ, 2013. – 392 с.
10. Паллас П.С. Путешествие по разным провинциям Российской империи. – СПб.: Императорская Академия Наук, 1809. – Ч. 1. – 657 с.
11. Трубачев А.И. Генетические модели формирования руд медистых песчаников и сланцев // *Вестник ЧитГУ*. – 2010. – № 7 (64). – С. 106–113.
12. Тюрин А.М. Информативность газогеохимической съемки на юге Оренбургской области // *Нефтепромысловое дело*. – 2011. – № 8. – С. 45–48.
13. Тюрин А.М. Месторождение меди Сайгачье: геологическая позиция // *Генезис, миграция и формирование месторождений углеводородного сырья в контексте их поиска, разведки и разработки*. – 2018.
14. Тюрин А.М. Месторождение меди Сайгачье: генезис // *Генезис, миграция и формирование месторождений углеводородного сырья в контексте их поиска, разведки и разработки*. – 2018.
15. Юминов А.М., Богданов С.В., Ткачѳ В.В., Авраменко С.В., Манбетова Г.Р. Геохимическая характеристика руд исторических медных рудников степного Приуралья // *Геоархеология и археологическая минералогия*. – 2017. – С. 118–123.

