

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра геофизики

**Палеогеографические особенности формирования сульфатных калийных солей (на примере Шарлыкского месторождения)**

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

Судента 2 курса 261 группы  
направление 05.04.01 геология  
геологического факультета  
Мустакова Мансура Асылбековича

**Научный руководитель**  
Зав. кафедрой петрологии и  
прикладной геологии,  
д.г.-м.н., профессор

\_\_\_\_\_

подпись, дата

О.П. Гончаренко

**Зав. кафедрой**  
к.г.-м.н., доцент

\_\_\_\_\_

подпись, дата

Е.Н. Волкова

Саратов 2017

## ВВЕДЕНИЕ

Известно, что в нашей стране сосредоточена почти четверть всех запасов калийного сырья. По количеству извлекаемых запасов и по объему прогнозных ресурсов калийных солей от их мировых извлекаемых запасов (6,7 млрд т  $K_2O$ ), ресурсы оцениваются в 11,5 млрд. т  $K_2O$ , что превышает 15% мировых; все относятся к категориям P1 и P2 .

Целью является выявление особенностей строения кунгурской соленосной толщи и палеогеографических особенностей формирования бесхлорного калийного сырья и полигалитов, в частности, на территории Шарлыкского месторождения, расположенной на юго-восточной окраине Восточно-Европейской (Русской) платформы в пределах Восточно-Оренбургского валообразного поднятия Волго-Уральской антеклизы. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: 1. выявление стратиграфической приуроченности калиеносных горизонтов с определенными слоями и циклами иренской сульфатно-соленосной толщи; 2. установление генетической связи полигалитового минералообразования с геологическими условиями развития изучаемой территории; 3. определение в общих чертах границы развития калиеносных горизонтов на основании геолого-геофизических данных скважин; 4. восстановление палеогеографических условий формирования сульфатных калийных солей.

Актуальность данной работы заключается в выявлении палеогеографических особенностей формирования бесхлорного калийного сырья, в частности – полигалитов и оценка перспектив калиеносности кунгурской галогенной толщи в пределах Шарлыкской площади.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Район работ относится к возвышенно-равнинной западной части Оренбургской области, входящей частично в ЮВ часть Бугульминско-Белебеевской возвышенности, СВ часть Общего Сырта и северную часть Предуральского Сырта Шарлыкская площадь, включающая в себя Ивановскую и Салмышскую прогнозные площади, входит полностью или частично в пределы территорий Шарлыкского, Матвеевского, Пономаревского, Красногвардейского, Александровского, Октябрьского, Переволоцкого, Новосергиевского и Сорочинского районов. В связи с высокой перспективностью его на нефть, здесь в разные годы, начиная с 1934 г., проводились площадные и профильные геолого-геофизические исследования, основными из которых являлись бурение структурных и параметрических скважин и их картаж различными методами.

В геологическом разрезе здесь установлены породы от верхов кристаллического фундамента до кровли осадочного чехла. Возраст пород фундамента архейский. Осадочный чехол сложен породами верхнерифейского и вендского комплексов, девонской, каменноугольной, пермской, неогеновой и четвертичной системам.

В геоструктурном отношении территория исследований относится к юго-восточной окраине Восточно-Европейской (Русской) платформы в пределах Восточно-Оренбургского валообразного поднятия Волго-Уральской антеклизы, которая с востока граничит с Предуральским краевым прогибом.

Оценка перспектив калиеносности кунгурской галогенной толщи в пределах Шарлыкской площади проводилась на основе анализа, как общих геологических предпосылок, так и прямых и косвенных признаков.

**Общие геологические предпосылки** на обнаружение калийных солей в пределах района работ были обоснованы раньше, в работах предшествующих исследователей (Корневский, Воронова, 1966; Тихвинский, 1974, 1976, 1986;

Яржемский, 1977; Баталин, 1996 и другие), которые на основании геотектонических, стратиграфических, литолого-фациальных, палеогеографических, гидрохимических и структурных предпосылок выделили калиеносный Предуральско-Прикаспийский солеродный бассейн.

**Геотектонические предпосылки** на обнаружение калийных солей сводились к установлению площадей наибольшего и устойчивого прогибания солеродного бассейна во время накопления галогенных толщ. Такие площади установлены на юго-восточном склоне Волго-Уральской антеклизы, в пределах ее структурных элементов – Восточно-Оренбургского валообразного поднятия, Бузулукской и Салмышской впадин. Наиболее прогнутой частью антеклизы являются восточный склон валообразного поднятия и Салмышская впадина.

**Стратиграфические предпосылки** позволили установить приуроченность калийной минерализации к иренскому горизонту кунгурского яруса, а конкретно, к балыклейской, погожской и антиповской свитам верхнеиренского подгоризонта. Полигалитовая минерализация связана в основном с балыклейской свитой.

**Литолого-фациальный анализ** позволил выделить в галогенной формации литофации как с доминирующим составом сульфатных отложений, так и с наибольшим объемом соляных пород, которые в основном сосредоточены в наиболее прогнутых участках солеродного бассейна и содержат наибольшее количество седиментационных циклов, в том числе и завершенных, с калийной минерализацией (балыклейская свита).

**Прямыми поисковыми признаками** служат данные опробования соляных пород химическими и минералого-петрографическими анализами, с целью изучения химического состава всех разновидностей соляных пород (каменных и калийных солей, ангидритов и их смесей в различных сочетаниях). Пересчет данных химического анализа позволил нам установить возможный солевой состав соленосных пород, в том числе и калийных солей. Для подтверждения результатов пересчета химических анализов на солевой состав породы и более глубокого изучения её минерального состава и структурных особенностей,

выполнены минералого-петрографические исследования в шлифах из образцов керна скважин.

Основными породообразующими минералами являются галит и ангидрит, реже доломит и полигалит. Последние, иногда с кизеритом, присутствуют чаще в качестве примесей в каменных солях и ангидритах. Мощные пласты мономинеральных пород встречаются редко. По результатам химического анализа рядовых проб (водная вытяжка) произведен расчет средних содержаний основных компонентов во всех литологических разностях пород, слагающих слои и циклы осадконакопления иренского.

Анализ результатов химического состава пород, свидетельствует о том, что наиболее резкие колебания наблюдаются в содержаниях нерастворимого в воде остатка для катионов Na, Ca и K и анионов Cl и SO<sub>4</sub> в мономинеральных разностях пород (каменных солях, ангидритах, полигалитах). В смешанных минеральных разновидностях пород содержания указанных компонентов, а также Mg и CO<sub>3</sub>, изменяются в относительно небольших пределах.

В связи с присутствием в иренской галогенной толще труднорастворимых в воде породообразующих минералов (ангидрита, полигалита, доломита), для более полного изучения химического состава всех разновидностей пород использовался химический анализ нерастворимого остатка методом кислотной вытяжки. Химический состав нерастворимого в воде остатка указывает на значительные содержания в нем сульфатов Ca, Mg и K.

Основными минералами галогенной толщи являются галит и ангидрит, содержание которых достигает в относительно мономинеральных слоях 70-99%. Полигалит образует как включения, так и отдельные слои (горизонты) в галогенной толще. Содержание его в виде включений в основных галогенных породах изменяется от 0 до 3-5%, в смешанных породах – от 6-7 до 30-49%, а в почти мономинеральных слоях – колеблется от 52 до 79%.

Учитывая минеральный состав установлено, что в разрезе галогенной толщи присутствуют смешанные (полиминеральные) разновидности с различными сочетаниями породообразующих минералов (галита, ангидрита,

доломита и реже полигалита) в виде включений, стяжений, взаимно проникающих переходов, линз и тонких ритмично переслаивающихся слойков и примесей. В полиминеральных породах наблюдается различная текстура – слоистая, полосчатая, сетчатая, узорчатая, пятнистая и массивная. Тектурные особенности пород обусловлены в основном разнообразным сочетанием структурных форм, слагающих её минералов. Наиболее часто встречается кристаллическизернистая (от тонко- до крупнокристаллической), пелитоморфная, скрытокристаллическая и реже брекчие- и порфириовидная и гигантокристаллическая структуры.

Приведённые выше признаки свидетельствуют о том, что калийная минерализация в пределах Шарлыкской площади связана в основном с балыклейской свитой (улаганские слои) верхнеиренского подгоризонта, калийные соли представлены здесь полигалитом. Присутствует он чаще в виде примеси в ангидритах и каменных солях, реже образует среди них почти мономинеральные прослои.

### **Косвенные поисковые признаки**

На присутствие калийных солей в галогенных отложениях указывают такие косвенные признаки, как наличие радиоактивных аномалий в соляных породах, связанных с повышенным содержанием в них калийных минералов. Прямая связь гамма-активности соляных пород от содержания в них калия, используется для оценки перспектив калиеносности как солеродных бассейнов, так и отдельных площадей. Для этих целей применяется широко распространенный метод радиоактивного каротажа скважин.

Исследования в области изучения радиоактивности горных пород свидетельствуют о том, что радиоактивные аномалии связаны с повышенными содержаниями в них урана, радия, тория, а также изотопов фосфора и калия. На основе теоретических разработок и опытных работ по изучению радиоактивности пород методом гамма-каротажа скважин сделаны следующие выводы:

- приращение максимального значения амплитуды аномалий приурочено к центру пласта, если его мощность не менее 1 м;
- в пластах мощностью более 1 м границы пласта определяются точками перегиба кривых;
- в пластах мощностью менее 1 м точки перегиба кривых смещаются в сторону вмещающих пород и в направлении движения индикатора радиоактивности.

Кроме того, при оконтуривании и выделении калиеносных горизонтов (пластов) должны учитываться определенные условия их залегания среди вмещающих соляных и несоляных пород (Тихвинский, 1968), основными из которых являются:

- наличие более высокого содержания калия в соленосных породах по отношению к вмещающим;
- отсутствие ощутимой радиоактивности пород за счет урановой, радиевой или ториевой минерализации;
- калиеносная толща должна находиться среди осадочных пород с низкой радиоактивностью.

Использование радиоактивных свойств соляных пород в качестве поискового признака на калийные соли, позволяет с достаточной степенью достоверности установить площади развития и мощности залежей, а также предварительно оценить их калиеносность. Из-за присутствия в разрезе соленосной толщи пластов ангидритов и доломитов, загрязненных глинистым и битуминозным веществом, также повышается гамма-активность этих пород до 15-17 мкР/ч. В связи с этим для повышения надежности выделения калиеносных горизонтов, принят минимальный предел гамма-активности соляных пород не менее 17-20 мкР/ч .

Оценка калиеносности Шарлыкской площади основывалась, главным образом, на использовании данных интерпретации гамма-каротажа скважин, вскрывших соленосные отложения иренского горизонта. Снятые с гамма-каротажных диаграмм значения гамма-активности пород в аномальных

интервалах, наряду с другими параметрами (глубиной залегания и мощностью иренского горизонта и аномальных интервалов), введены в базу данных для компьютерной обработки всех параметров, необходимых для оценки прогнозных ресурсов калийных солей.

Пробуренными поисковыми скважинами №№ 1П и 2П, подтверждено, ранее высказанное предположение, о связи калийных солей в пределах Шарлыкской площади с полигалитами. На основании полученных результатов химических анализов соляных пород и пересчета элементарного состава на возможный солевой состав, установлена прямая связь радиоактивных аномалий с пластами полигалитов.

В пределах Шарлыкского месторождения наиболее широким распространением пользуются отложения балыклейской свиты с полигалитовой минерализацией. В отложениях луговской, погожской и антиповской свит калийная минерализация, видимо, связана с хлоридными формами калийных солей (сильвин, карналлит). В этих отложениях выделяется до 3-х горизонтов с повышенной гамма-активностью соляных пород, однако они имеют ограниченное площадное распространение, незначительную мощность (до 10 м) и линзовидный характер залегания .

Установлено что соленакопление началось в Прикаспийской впадине с отложения каменной соли волгоградской свиты . По мере заполнения впадины площадь накопления каменной соли вологоградской свиты расширялась и захватывала наиболее опущенную в это время северную прибортовую часть впадины (Дальнее Саратовское Заволжье, уральский и оренбургский участки, отвечающие в тектоническом плане Восточно-Оренбургскому своду и южной окраине Бузулукского прогиба).



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В соответствии с поставленной задачей в данной работе автор магистерской работы пришел к следующим основным выводам:

- 1 Проведено сопоставление ритмостратиграфических схем Писаренко Ю.А. и Тихвинского И.Н. В пределах Шарлыкской площади, включая Ивановскую и Салмышскую, в верхнеиренском подгоризонте выделяется не более 6 седиментационных циклов. Согласно схеме И.Н. Тихвинского, первый (I) цикл соответствует улаганским слоям, II-VI циклы – эльтонским. Согласно схеме Ю.А. Писаренко, первый цикл улаганских слоев соответствует балыклейской свите, второй цикл эльтонских слоев - нижней части луговской свиты (репер g1), третий цикл - верхней части луговской свиты (репер g2), четвертый цикл – погожской свите, пятый цикл – антиповской свите, шестой цикл – пигаревской свите.
- 2 Выявлена стратиграфическая приуроченность калиеносных горизонтов с определенными свитами и циклами соответственно иренской сульфатно-соленосной толщи. Наиболее широким распространением пользуются улаганские слои, соответствующие балыклейской свите с полигалитовой минерализацией. Анализ геолого-геофизических материалов свидетельствует о широком распространении реперной зоны f1-f1p полигалитового состава, содержащего ангидрита в южной и юго-восточной частях Шарлыкской площади. В эльтонских слоях калийная минерализация, видимо, связана с хлоридными формами калийных солей (сильвин, карналлит). В этих слоях выделяется до 3-х горизонтов с повышенной гамма-активностью соляных пород: погожской (репер h2, цикл IV), антиповской (репер h2, цикл V).
- 3 Установлен ступенчатый характер погружения калиеносного пласта балыклейской свиты в южном-юго-западном направлении, что свидетельствует о наиболее выдержанном характере его распространения в юго-восточной части площади и спорадическое – в северной и юго-западной частях Восточно-Оренбургского валообразного поднятия и Бузулукской впадине.

- 4 Перед соленакоплением существовал сложный палеорельеф, обусловленный в региональном плане в существенной мере тектоническим фактором, в локальном – седиментационными структуроформирующими факторами.
- 5 Тектоно-седиментационный палеорельеф был препарирован изменениями мощности и литологического состава соленосных пород нижних ритмопачек соленосной толщи. На первом этапе соленакопления палеорельеф был отражен полем распространения и изменением мощности каменной соли волгоградской свиты. Расширение площади соленакопления в последующее балыклейское время отразило палеогеоморфологическую обстановку в поле ее распространения.
- 6 В последующее время поле соленакопления не расширялось и выделенные палеопрогибы контролировали изменение мощностей и литолого-фациального состава в период соленакопления.
- 7 Соотношение галитовой и сульфатной составляющей в составе ритмопачек изменчиво. В палеопрогибах накапливалась более чистая от сульфатов каменная соль, с крупной и менее четкой сезонной слоистостью, часто крупнокристаллические разности галита. В сторону палеоподнятий сульфатная составляющая в каменной соли увеличивалась.
- 8 Концентрация полигалитовых пород определяется размером и изолированностью локальных палеобассейнов. Отмечено, что в наиболее крупных прогибах при быстрой садки каменной соли полигалитовая минерализация является рассеянной и не создает значительных концентраций (зона f1p). При более низкой скорости садки сульфатов сопутствующий полигалит создает более высокие концентрации (зона f1). Наиболее высокая полигалитовая минерализация создается в небольших прогибах-спутниках, расположенных за пределами крупных палеопрогибов. В таких бассейнах концентрация рапы может достигать до осаждения сильвинитовых пород (реперная зона f2-3 на территории Башкирии).
- 9 Район Шарлыкской площади является перспективным на поиски полигалитов в реперных зонах f1-f1p балыклейской свиты (улаганские слои, цикл I), h2

погожская свиты (эльтонские слои, цикл IV) и i2 антиповской свиты.(эльтонские слои, цикл V). Это подтверждается бурением двух параметрических скважин. Суммарные прогнозные ресурсы категорий P<sub>1</sub> и P<sub>2</sub> по В.В. Харину (2009) составляют до 1200 млн.т. К<sub>2</sub>O.