

## ФАЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ НАКОПЛЕНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ МЕДИСТЫХ ПЕСЧАНИКОВ ЧУ-САРЫСУЙСКОЙ ВПАДИНЫ (ЮЖНЫЙ КАЗАХСТАН)

В. В. Пономаренко

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства*

Поступила в редакцию 29 января 2015 г.

**Аннотация:** Чу-Сарысуйская впадина – крупный осадочный бассейн Южного Казахстана, сложенный преимущественно мощными верхнепалеозойскими отложениями. Объектом исследования является красноцветная терригенная формация, завершающая разрез верхнего палеозоя. В этих отложениях выявлены крупные месторождения медистых песчаников Джезказган, Жаман-Айбат и др.

**Ключевые слова:** красноцветная формация, медное оруденение, циклы осадконакопления, эллизионная система, инфильтрационная система, паводковые потоки.

FACIES CONDITIONS BUILDUP COPPER SANDSTONES CHU SARYSU DEPRESSION  
(SOUTH KAZAKHSTAN)

**ABSTRACT** CHU SARYSU DEPRESSION – A MAJOR SEDIMENTARY BASIN OF SOUTHERN KAZAKHSTAN, COMPOSED MAINLY OF UPPER PALEOZOIC SEDIMENTS POWERFUL THE OBJECT OF THE RESEARCH IS OF RED TERRIGENOUS FORMATION, THE FINAL SECTION OF THE UPPER PALEOZOIC. IN THESE SEDIMENTS FOUND LARGE DEPOSITS OF COPPER SANDSTONES OF DZHEZKAZGAN, JAMAN-AIBAT AND OTHERS.

**KEY WORDS:** STRATIFORM DEPOSITS, BARTE ORE ELIZIONNAYA SYSTEM, ORE-BEARING SOLUTIONS, STRATIFORM BARTE LEVELS - LEAD - ZINC MINERALIZATION

### Введение

Чу-Сарысуйская впадина – крупный осадочный бассейн Южного Казахстана, сложенный преимущественно мощными верхнепалеозойскими отложениями, перекрытыми мезо-кайнозойским чехлом. Она расположена между выходами древних пород в горных сооружениях Малого Каратау, Киргизского хребта, Чу-Илийских гор, Чуйской глыбы, Улутау и Сарысу-Тенгизским водоразделом. Отложения герцинского структурного этажа залегают на сложно дислоцированном эпикаледонском фундаменте. В основании этих отложений залегают терригенные красноцветные отложения верхнедевонского возраста, которые перекрываются карбонатными отложениями с прослоями эвапоритов, турнейского, визейского и серпуховского ярусов каменноугольного периода.

Рудоносная красноцветная формация завершает разрез верхнепалеозойских отложений Чу-Сарысуйской впадины. Возраст красноцветной формации отвечает нерасчлененным средне-верхнекаменноугольным отложениям, а также пермскому периоду. В красноцветной формации выделяются джезказганская свита, имеющая средне-верхне каменноугольный возраст, а также кенгирская свита, датируемая нижне-верхне пермским возрастом. Но границы свит не имеют четких границ, которые прослеживаются на территории всей впадины. Морская фауна в этих отложениях отсутствует, и возраст толщ определялся по редким ос-

таткам флоры, т.е. эти границы можно считать условными. Особый интерес к этим отложениям связан с приуроченностью к ним крупных месторождений медистых песчаников Джезказган, Жаман-Айбат и ряда других объектов [1, 2, 3].

### Фациальные особенности подстилающих отложений

Отложения красноцветной формации согласно залегают на карбонатных и терригенно-карбонатных отложениях нижнего карбона, мощностью от 1 до 3 километров. В центральной части впадины в нижнем карбоне накопились преимущественно карбонатные отложения мощностью до 1,5 км, которые к бортам впадины сменялись карбонатно-терригенными осадками. В этом направлении возрастает и мощность (до 3 км) накопившихся осадков. Как в карбонатных, так и в карбонатно-терригенных отложениях выделяются до 4 пластов эвапоритов (преимущественно гипс и ангидрит), мощностью от 10 до 15 метров. Образование отложений нижнего карбона происходило в мелководном внутриконтинентальном бассейне [4], где в его центральной части по данным сейсморазведки, выделяется узкий (первые десятки километров) прогиб, с глубинами накопления осадков в несколько сотен метров. На южной стороне прогиба (Тастинское поднятие) выявлены карбонатные отложения, накопившиеся на мелководном шельфе (оолитовые и био-

кластовые карбонатные пески), а также осадки, характерные для окраины шельфа (небольшие биогермные постройки, пласты органогенно-обломочных известняков с линзами кремней) и склона шельфа (турбидиты и брекчии дебрисовых потоков). Смена фациальных обстановок, от мелководных к глубоководным отложениям, происходит с юго-запада на северо-восток. Аналогичные осадки, вероятно, слагают и северный борт прогиба, но в обратном направлении. К концу серпуховского времени карбонатное осадконакопление в бассейн прекращается, и, хотя морской бассейн еще какой-то, период существует в зоне прогиба, на его периферии начинается накопление терригенных осадков.

#### Литологический состав и условия накопления красноцветной формации

В составе терригенных отложений присутствуют все разновидности обломочных пород – от конгломератов до аргиллитов и глин. Состав обломков довольно разнообразный, но более 80 % обломков, состоят из кварца и полевого шпата. Накопившиеся осадки имеют четко выраженное циклическое строение. В 1990–1991 гг. автором в рамках проекта (Глубинное геологическое картирование площади Тастинского поднятия масштаба 1:50000) было описано несколько сотен циклов красноцветной формации по 23 скважинам [5]. На основании этих данных удалось выделить ряд закономерностей в строении этих циклов и сделать выводы об их образовании.

Полный цикл имеет четкое пятичленное строение. Такое строение характерно как для циклов, выделенных в отложениях среднего и верхнего карбона, так и в отложениях пермского периода. Основным отличием циклов в этих отложениях является уменьшение их мощности и размера обломков по мере омоложения разреза. В строении каждого полного цикла можно выделить пять элементов (фаций) [5].

**Фация А.** Отложения этой фации имеют четко выраженную градационную слоистость. В основании красноцветной формации нижнюю часть фации слагают полимиктовые конгломераты, гравелиты, грубозернистые песчаники, которые к кровле фации сменяются крупнозернистыми песчаниками. Галька конгломератов состоит из кварца, гранитов, кварцитов, окремненных известняков. В пермских отложениях разрез фации начинается с крупно-среднезернистых песчаников, которые к кровле постепенно замещаются мелкозернистыми разностями (рис. 1). Цвет осадков фации преимущественно серый или зеленовато-серый.

**Фация В.** Отложения фации представлены крупно-среднезернистыми песчаниками с параллельной слоистостью. В верхней части красноцветной формации (пермские отложения) преобладают мелкозернистые песчаники и алевролиты с параллельной слоистостью (рис. 1). Цвет осадков преимущественно серый.

**Фация С.** В основании формации – прослой мелкозернистых песчаников с косой слоистостью, чере-

дующиеся с прослоями неслоистых алевролитов (рис. 1). Примерно в 5–6 циклах, помимо косой, была выявлена конволютная слоистость. В кровле формации (пермские отложения) в этой части разреза появляются прослой аргиллитов. Все отложения фации имеют преимущественно красный цвет.

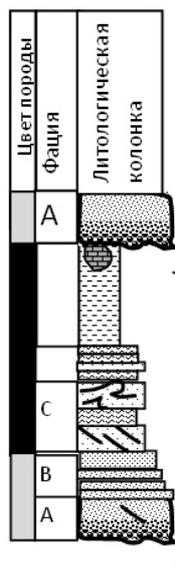
**Фация Д.** В составе фации преобладают красноцветные осадки с параллельной слоистостью. В нижней части красноцветной формации преобладают мелкозернистые песчаники и разнозернистые алевролиты, а в верхней ее части (пермские отложения) – аргиллиты (рис. 1). Цвет осадков красный.

**Фация Е.** Во всех выделенных циклах отложения фации Е представлены неслоистыми аргиллитами красного цвета (рис. 1). В кровле циклов наблюдается размыв осадков и следы высыхания, что, наряду с находками остатков растений, позволяет сделать вывод об образовании почв в этот период [6]. Характерной чертой этих отложений является наличие в них конкреций карбонатного состава.

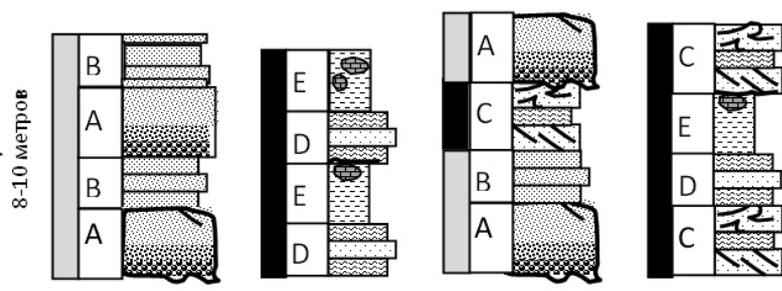
Неполные циклы обычно представлены отложениями двух или трех фаций, выделенных в полных циклах (рис. 1). Необходимо отметить, что в них, как и в полных циклах, строго соблюдается последовательность в чередовании фаций, то есть грубозернистые фации А и В составляют неполный цикл, также как и тонкозернистые (фации Д и Е). Отложения фации С в сочетании с фациями А и В завершают неполный цикл, а в сочетании с фациями Д и Е приурочены к его основанию. Неполные циклы из четырех фаций крайне редки. Границы циклов довольно отчетливы, особенно при повторении полных циклов, когда грубозернистая фация последующего цикла ложится на тонкозернистую фацию предыдущего, с явным размывом. В неполных циклах эта граница выражена менее ярко. Среди неполных циклов, состоящих из грубозернистых фаций, часто присутствуют внутриформационные конгломераты, галька которых представлена обломками местных пород. Цементом служат песчаники серого цвета, аналогичные тем, которые слагают неполные циклы. Максимальная мощность полного цикла в основании красноцветной формации, описанных на Тастинском поднятии составляет, 18 метров, в среднем 8–10 метров. В пермских отложениях мощность полных циклов не превышает двух метров, в среднем 1–1,5 метра.

Циклы с подобным набором фаций образуются в результате действия временных потоков, когда, по мере ослабления силы потока, происходит осаждение частиц разной размерности, формируя их градицию от основания к вершине цикла. Такие циклы образуются в результате схода по склону турбидитных потоков (турбидитные циклы Боума) [7], а также циклы, образовавшиеся в результате деятельности плоскостных наводнений, в период сезонных паводков [8]. Главный вопрос вызывает мощность выделенных циклов. Прямая интерпретация классической последовательности с уменьшением размера зерен сверху, при использовании только внутренних фациальных особенностей, предполагает ослабление силы течения, начиная со

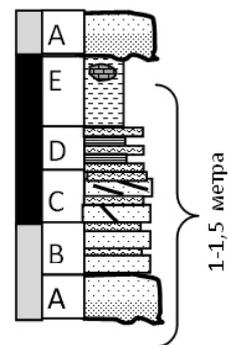
Полный цикл  $C_{2-3}$



Разновидности неполных циклов  $C_{2-3}$



Полный цикл  $P_{1-2}$



Условные обозначения:

- |  |   |  |                         |
|--|---|--|-------------------------|
|  | Конгломераты  |  | Градационная слоистость |
|  | Гравелиты и грубозернистые песчаники                    |  | Параллельная слоистость |
|  | Крупнозернистые песчаники                               |  | Косая слоистость        |
|  | Среднезернистые песчаники                               |  | Конволютная слоистость  |
|  | Мелкозернистые песчаники                                |  | Неслоистые породы       |
|  | Алеволиты   |  | Карбонатные конкреции   |
|  | Неслоистые аргиллиты                                    |  | Серый цвет породы       |
|  | Тонкослоистые аргиллиты                                 |  | Красный цвет породы     |
|  | Границы слоев с отчетливым размывом нижележащих осадков |  |                         |

Рис. 1. Разновидности циклов осадконакопления выделенных в красноцветной формации  $C_{2-3}$ - $P_{1-2}$ .

стадии размыва [8]. Ослабление течения можно объяснить миграцией русел и падением силы потока во времени. Вероятно, на отложение осадков красноцветной формации могли влиять оба фактора. Отложение грубозернистых фракций может быть продуктом катастрофических плоскостных песчаных наводнений, обширных по площади, где в дистальных частях конусов выносов отлагались осадки с градационной слоистостью. Это подтверждается данными по распространению отдельных слоев на Джезказганском месторождении, прослеженных по простиранию на 15 километров [9]. По мнению Дж. Д. Коллинсона [8] мощность грубозернистых осадков, в выделяемых циклах, не должна превышать 2 метров. Уменьшение зернистости и мощности циклов, по мере омоложения осадков, объясняется денудацией области сноса и общей аридизацией климата в пермский период. Оба эти фактора способствовали уменьшению размера и мощи

паводковых потоков и как следствие, резкому сокращению привносимого ими терригенного материала.

Чу-Сарысузская впадина, к началу среднего карбона, представляла собой пологую равнину, в центре которой существовал остаточный морской бассейн. Впадина была окружена горными массивами, с юга, востока и севера. Накопление аллювиальных осадков красноцветной формации происходило в аридном климате. Сезонные паводки привносили с гор в бассейн седиментации терригенный материал, причем границы русел, прокладываемые временными потоками, не были постоянными. По мере приближения к центру впадины, русло потока растекалось по пологому склону, образуя конусы выноса. Поступление паводковых вод способствовало расширению площади морского бассейна. В зоне столкновения пресных паводковых и морских вод происходило резкое замедление скорости потоков, что способствовало оса-

ждению привносимых паводковыми водами терригенных осадков. Быстрое отложение и захоронение грубозернистых фаций способствовало сохранению органического вещества, определившего серый цвет этих осадков. Осаждение тонкозернистых разностей происходит значительно медленнее, что способствовало окислению и разложению органического вещества, а также окислению железистых минералов, абсорбируемых на глинистых частицах. Так как минеральный состав пород в различных частях циклов примерно одинаков (преимущественно кварц и полевые шпаты), можно предположить, что скорость выпадения осадков из потока и скорость их захоронения определяли цвет пород в различных частях циклов. Об этом свидетельствует и состав цемента в красноцветных и сероцветных осадках. Цемент красноцветных песчаников образуют гидроокислы железа, гидрослюда с кальцитом. Количественно преобладают гидроокислы железа. Цемент сероцветных песчаников образуют кальцит, гидрослюда, хлорит, сульфиды [2]. Наступление засушливого периода и прекращение поступления паводковых вод, способствовали обмелению морского бассейна и сокращению его площади. Накопившиеся осадки попадали в континентальные условия, где происходило их осушение и выветривание.

В полных циклах содержание сероцветов не превышает 25 процентов. На Тагинском поднятии среди описанных циклов преобладали полные циклы, с содержанием сероцветов менее 30 %, либо неполные циклы, состоящие из фаций с красноцветной окраской. На данной площади отдельными скважинами были вскрыты интервалы, содержащие промышленную рудную минерализацию, аналогичную Джезказганскому месторождению. Как и на месторождении Джезказган, оруденение приурочено к сероцветным грубозернистым фациям, но крупных объектов не было выявлено. Повторение неполных циклов, состоящих из грубозернистых фаций, увеличивает содержание сероцветов в разрезе до 50 и более процентов. Накопление таких отложений могло происходить в относительно долгоживущих руслах, где при высокой скорости потока отлагались грубозернистые фации. Мощность перекрывающих тонкозернистых осадков в руслах была минимальной, и они полностью размывались потоками последующих паводков, что способствовало образованию внутрiformационных конгломератов. Миграция долгоживущих русел, по которым двигались паводковые потоки, способствовала накоплению линз пестроцветных отложений. Предыдущие исследования красноцветных отложений показали, что наиболее благоприятными условиями для образования медного оруденения, является примерно равное соотношение в разрезе красноцветных и сероцветных пород [9].

#### **Генезис месторождений медистых песчаников**

Несомненно, важную роль в формировании месторождений медистых песчаников играл осадочный фактор их образования. Области сноса являлись не

только источником терригенного материала, но и источником рассеянной рудной минерализации в этих породах [3]. Исходя из минерального состава пород, основным поставщиком терригенных осадков являлись гранитные интрузии. В хребте Малый Каратау в некоторых из них отмечается оруденение меднопорфирового типа. Разрушение интрузивных тел, площадь развития которых на момент накопления красноцветной формации была значительно шире той, которую можно видеть в настоящее время и определило образование рассеянной минерализации в отложениях Джезказганской свиты. В то же время образование сульфидов меди связано с органическим веществом [2, 3], что указывает на существенную роль в их образовании, условий накопления вмещающих толщ. Грубозернистые породы являлись наиболее проницаемыми по сравнению с тонкозернистыми разностями. По ним происходило движение захороненных вод, ремобилизация первично рассеянной рудной минерализации и осаждения ее на геохимических барьерах, что способствовало дополнительному обогащению их сульфидами меди, увеличивая их концентрацию до промышленных значений [5]. Основным спорным моментом в этом вопросе, является только модель движения вод в красноцветной толще.

**Эллизионная модель.** Гипотеза гидрогенного рудообразования была выдвинута А. И. Перельманом, А. И. Германовым, В. Н. Холодовым и др. [10]. Согласно этой гипотезе, медь и сопутствующие металлы выносились из отложений красноцветных формаций подземными водами и осаждались на сероводородных барьерах. В центральной части впадины создается избыточное давление, а отжимающиеся из глин растворы обычно мигрируют от центра к периферии бассейна, обогащаясь медью и другими металлами при выщелачивании их из вмещающих красноцветных пород.

**Инфильтрационная модель.** Инфильтрационная модель была предложена А. М. Лурье [1, 11, 12]. Согласно этой модели, в пласты проницаемых пород, выходящих на дневную поверхность, попадали воды, которые, согласно градиенту давления, перемещались от периферии к центру впадины, где на границе со слабопроницаемыми отложениями происходило осаждение рудных минералов. В процессе движения вод происходила ремобилизация рассеянной рудной минерализации и насыщение их рудными компонентами. Источником этих вод могли быть метеорные воды, воды привносимые паводками, а также морские воды, попадавшие в толщи проницаемых пород в периоды расширения морского бассейна (паводковый период). Этот процесс происходил внутри сероцветных толщ.

Сравнительный анализ двух моделей позволяет автору сделать выбор в пользу второй модели, так как:

1. Содержание рудных компонентов значительно выше в сероцветных осадках по сравнению с красноцветными породами, что определяется условиями их накопления.

2. Накопление красноцветных осадков происходило в окислительных условиях, что не являлось благоприятной средой для сохранения органического вещества в них, следовательно, и сульфидов меди.

3. Концентрации рудных залежей, приурочены к границам сероцветных и красноцветных толщ, тогда как согласно эллизионной модели движения захороненных вод, они должны быть сконцентрированы в краевых частях бассейна.

4. Для сероцветных пород характерно повышенное содержание органического вещества, которое могло быть источником сероводорода и метана. Газы могли привноситься инфильтрационными водами к границе сероцветных (наиболее проницаемых) толщ и красноцветных (слабопроницаемых) осадков, что определило образование геохимического барьера.

### Заключение

Накопление красноцветной формации происходило на выровненной поверхности, образовавшейся в процессе накопления карбонатных отложений и имеющей слабый уклон к центру впадины, где сохранялся остаточный морской бассейн. Впадина была окружена горными хребтами. Паводковые потоки, образовавшиеся в период таяния снега в горных районах, переносили терригенный материал к центру впадины. Накопившиеся осадки имеют четко выраженную градационную слоистость. Быстрое накопление и захоронение грубозернистых осадков определило их серую окраску, что обусловлено сохранением органического вещества. Более длительное осаждение тонкозернистых разностей способствовало окислению железистых минералов и определило красный цвет этих пород. Основное оруденение на месторождениях медистых песчаников приурочено к сероцветным породам. Образование руд месторождений проходило в две стадии. Накопление терригенных осадков сопровождалось привносом в бассейн седиментации рассеянной медной минерализации, источником которой являлись гранитные интрузии. Эта минерализация сохранялась преимущественно в пластах с серой окраской. В то же время эти осадки обладали повышенными коллекторскими свойствами, по сравнению с красноцветными отложениями, что определило движение захороненных вод внутри сероцветных отложений. Перемещаясь от периферии к центру впадины воды в процессе выщелачивания, обогащались рудными компонентами. На границе со слабопроницаемыми толщами происходило осаждение рудных компонентов из растворов, что привело к формированию рудных тел с промышленной концентрацией металлов.

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства*

*Пономаренко В. В., кандидат геолого-минералогических наук, доцент  
E-MAIL NMC@PGUAS.RU  
Тел.: 89374445099*

### ЛИТЕРАТУРА

1. Глыбовский, В. О. Вероятная схема образования медистых песчаников Жаман-Айбатской рудоносной площади / В. О. Глыбовский // Геолого-генетические особенности месторождений цветных и черных металлов Казахстана. – Алма-Ата: КазИМС. – 1990. – С. 31–38.
2. Габлина, И. Ф., Малиновский, Ю. М. Периодичность меденакопления в осадочной оболочке Земли / И. Ф. Габлина, Ю. М. Малиновский // Литология и полезные ископаемые. – № 2. – 2008. – С. 155–173.
3. Наркелюн, Л. Ф. Сравнительная характеристика крупных месторождений медистых песчаников и вопросы их генезиса / Л. Ф. Наркелюн, В. С. Салихов, А. И. Трубачев // Вопросы генезиса стратиформных месторождений цветных металлов. – Алма-Ата: КазИМС. – 1983. – С. 3–15.
4. Пономаренко, В. В. Генетическая связь доломитообразования с этапами развития бассейнов седиментации / В. В. Пономаренко // Вестн. Воронеж гос. ун-та. Сер.: Геология. – 2012. – № 1. – С. 14–19.
5. Пономаренко, В. В. Цикличность в накоплении терригенной красноцветной формации на Тастинском поднятии Чу-Сарьсуйской впадины (Южный Казахстан) / В. В. Пономаренко // Верхний палеозой России: стратиграфия и фациальный анализ. – Казань: Казан. гос. ун-т. – 2009. – С. 144–146.
6. Ботвинкина, Л. Н. Некоторые особенности генетических типов отложений и закономерности их наложения в паралических формациях разных климатических областей / Л. Н. Ботвинкина // Вулканогенно-осадочные и терригенные формации. – М.: Изд-во АН СССР. – 1963. – С. 332–373.
7. Обстановки осадконакопления и фации: В 2-х т. Т.2 / Под ред. Х. Г. Рединга. – М.: Мир. – 1990. – С. 74–140.
8. Обстановки осадконакопления и фации: В 2-х т. Т.1 / Под ред. Х. Г. Рединга. – М.: Мир. – 1990. – С. 33–68.
9. Смирнов, В. И. Фактор времени в образовании стратиформных рудных месторождений / В. И. Смирнов // Геология рудных месторождений. – № 6. – 1970. – С. 3–17.
10. Холодов, В. Н. Проблемы доломитообразования на современном уровне развития литологии / В. Н. Холодов // Эволюция карбонатонакопления в истории земли. – М.: Наука. – 1988. – С. 3–23.
11. Лурье, А. М. К дискуссии об условиях образования месторождений типа медистых песчаников и сланцев / А. М. Лурье, И. Ф. Габлина // Геология рудных месторождений, 1982. – № 3. – С. 99–104.
12. Лурье А. М. Генетическая классификация экзогенных месторождений меди / А. М. Лурье // Стратиформные месторождения цветных, редких, благородных металлов и других полезных ископаемых. – Фрунзе. – 1981. – С. 39–41.

*PENZA STATE UNIVERSITY OF ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION*

*PONOMARENKO V., CANDIDATE OF GEOLOGY AND MINERALOGY SCIENCE, ASSISTANT PROFESSOR  
E-MAIL NMC@PGUAS.RU  
TEL: 89374445099*