

**СЕКЦИЯ 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. СОВРЕМЕННЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МПИ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ.**

---

адсорбентом. Вероятно, при мобилизации углеродистого вещества, содержащегося в породах, произошла его контаминация рудными компонентами. При процессах региональной складчатости углеродистое вещество «выжималось» в своды складок и микроскладок (рис. 4). Под воздействием метаморфизма произошел переход УВ в графит и антракосолит. По материалам Д.Х. Мартихаевой и др. [2] известно, что, при таком переходе происходит изменение структур УВ, что приводит к перераспределению рудных элементов. В нашем случае высвобождение свинца и цинка из углеродистого вещества, с последующим его перераспределением.



**Рис.4. Слоистые углеродисто-кремнистые доломиты с зональными  
послойными «выжимками» углеродистого вещества**

Исследования в этом направлении будут продолжаться, с целью подтверждения первичных выводов.

**Литература**

1. Дымков Ю.М. и др. Сферолиты и сферолитовые тактоиды антракосолита. / Геология и Геофизика. – Новосибирск, Академическое изд-во "Гео", 2007. – Т. 48.
2. Мартихаева Д.Х., Макрыгина В.А., Развозжаева Э.А., Воронцов А.Е. Углеродистое вещество в метаморфических и гидротермальных породах. – М.: Изд-во СО РАН, ф-л "Гео", 2001 – 121 с.
3. Пономарев В.Г., Гаськов И.В., Акимцев В.А., Бобров В.А., Шипицин Ю.Г. Докембрийские углеродистые формации с полиметаллическим оруденением Енисейского кряжа и Северного Прибайкалья. Ассоциация микроэлементов с органическим веществом в осадочных толщах Сибири. Институт геологии и геофизики СО АН СССР: сб. науч. тр. / СО АН СССР, Ин-т геологии и геофизики. Под ред. В.А. Кузнецов и др. – Новосибирск, 1984. – 157 с.
4. Развозжаева Э.А., Будяк А.Е., Прокопчук С.И. Сорбционная активность нерастворимого углеродистого вещества черносланцевых образований в процессе регионального метаморфизма (Байкало Патомское нагорье). Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН. / Геохимия, 2013. – № 1. – С. 92–96.

**ПРИМЕНЕНИЕ БАСЕЙНОВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ТАЛДЫКУДУКСКОГО УЧАСТКА  
КАРАГАНДИНСКОГО УГОЛЬНОГО БАСЕЙНА**

**С.В. Кабирова, В.Г. Ворошилов**

Научный руководитель профессор В.Г. Ворошилов

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Бассейное моделирование – это один из методов для воспроизведения эволюции осадочного бассейна (с начала образования по настоящее время) при помощи симуляции теплового потока и региональной тектоники. Данный метод является симбиозом таких процессов как термическое вызревание горных пород, снижение коэффициента пористости по причине горизонтального или вертикального сжатия (тектонические дислокации), а также погружения (метаморфизм) и поднятия (горообразование). Процесс вызревания органической породы происходит под воздействием температуры и времени, а уплотнение под влиянием давления. Моделирование проводилось с помощью программного обеспечения компании Шлюмберже – PetroMod.

В пределах Карагандинского синклинория выделяют 6 основных структурных этажей (табл. 1) [2]. Территория была подвержена 4 основным стадиям тектонической деформации [5].

Первая стадия – астурийская фаза герцинской складчатости. В это время в депрессии сформировались следующие структуры: Карагандинский синклинорий, Шитердинский синклинорий, Павлодарский синклинорий и Тенизская депрессия. Взбросы, включая моделируемые Северно-Талдыкудукский и Взброс 2 появились в это время. Границей Карагандинского синклинория на западе являлась Тенизская депрессия, на востоке происходит выклинивание.

Вторая стадия тектонической деформации – герцинский орогенез, который привел к расчленению угольных пластов и движению основания. В результате позднегерцинской тектоники Карагандинский синклинорий был разделен на 3 части: западную, с Завьяловской и Самарской грабен-синклиналями, центральную – с Карагандинским бассейном, и восточную – с Ащисуйской синклиналью. Границей между Завьяловской грабен-синклиналью и Тенизской депрессией является Жаксыкартская горст-антиклиналь. Жайльминская горст-антиклиналь является границей между Карагандинским бассейном и Ащисуйской синклиналью.

Таблица 1

Основные структурные этажи Карагандинского бассейна

| Структурный этаж  | Литология  | Местоположение  | Возраст  |
|-------------------|--|---|--|
| Кембрийский       | Метаморфические породы; кварцит.                           | Северо-западная граница бассейна и основание бассейна   | Кембрий  |
| Среднекаледонский | Магматические породы (ордовик), терригенные (силур)        | Обнажения пород вокруг Карагандинского бассейна   | Ордовик-силур  |
| Позднекаледонский | Магматические и терригенные породы (4...6 км)              | Вокруг Карагандинского бассейна. На северной границе образует моноклиналь падающую к югу. На западе имеет ровное залегание. На юге имеет осложнения в виде складок, продольных разломов и широтных взбросов | Девон  |
| Герцинский        | а) карбонатные и терригенные осадки с углем;<br>б) молассы | Весь Карагандинский бассейн   | а) фаменский, турнейский, ранне-средне-каменноугольный<br>б) позднекаменноугольный |
| Мезозойский       | Терригенные осадки с углем (до 1 км)                       | Эродированные депрессии в пределах карагандинского бассейна   | Рет и юра  |
| Кайнозойский      | Континентальные осадки                                     | Весь Карагандинский бассейн   | Кайнозой   |

Третья стадия деформации относится к раннекиммерийской фазе киммерийской складчатости, которая выражена в виде мощных отложений моласс в конце Лиаса, когда произошло погружение депрессии и поднятие источников сноса. После этого, территория подверглась денудации до среднего Доггера, когда рельеф уравнился. Полная изоляция от Палео Тетиса вызвала окончательную аридизацию климата и, соответственно, осадочных пород.

Заключительная, четвертая стадия тектонической деформации — позднекиммерийская фаза киммерийской складчатости, последовавшая после отложений Доггера и вызвавшая поднятие территории и связанный процесс эрозии. Кроме того, деформация вызвала реактивацию герцинских и образование новых взбросов в южной части бассейна (Акжарский взброс). Отложения прекратились вплоть до раннего палеогена, что выражено в виде отсутствия пород позднеюрского и мелового периодов.

Кроме этих стадий, были незначительные деформации в неогеновое и четвертичное время.

Для процесса термического моделирования вначале производится сбор исходных данных, который включает в себя стратиграфию, тектоническую модель, граничные условия. Затем, основываясь на этих данных, определяют параметры расчета. Наконец, для каждого временного шага считается поле теплового потока и распределения температуры, а также распределение других параметров.

Для моделирования использованы 5 скважин, расположенных в Южной части Карагандинского угольного бассейна. Эти скважины характеризуют 3 блока, разделенных между собой значительными, высокоамплитудными взбросами. Имея амплитуду более 500 метров, эти взбросы играют значительную роль в изменении зрелости пород внутри каждого блока, что устанавливается по отражательной способности витринита. Две скважины не пересекают взбросы, и могут быть использованы для расчета зрелости внутри блоков, в которых они находятся. Далее эти результаты термического моделирования будут объединены, проанализированы и включены в геологическую концепцию развития Карагандинского угольного бассейна.

Термическое моделирование – это симуляция геологических процессов, протекающих в осадочном бассейне, включая термическое вызревание, сжатие и другие.

Термическое вызревание зависит от температуры и времени. Первый параметр контролируется тепловым потоком Земли, мощностью перекрывающих осадков, температуры поверхности земли и теплопроводностью слоев. Второй параметр контролируется тектоническими процессами, которые вызывают изменение теплового потока или перемещение слоя.

Сжатие вызывает уменьшение пористости. Оно зависит от литологического состава породы и результирующего давления, обусловленного литостатическими, гидростатическими и тектоническими факторами.

Геологическая история Карагандинского бассейна контролирует вышеназванные параметры, и описывается в геологической концепции. Начальные данные и геологическая концепция была основана на работах авторов [1, 2]. Однако здесь есть множество неопределенностей, которые необходимо сокращать для улучшения геологической концепции. Наиболее важными из неопределенностей являются:

- возрасты пород, процессов надвига, деформации и эрозии;
- скорость тектонических процессов – погружения и поднятия;
- изменение теплового потока по времени.

**СЕКЦИЯ 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. СОВРЕМЕННЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МПИ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ.**

Таблица 2

**Стратиграфическая колонка Карагандинского бассейна**

| СИСТЕМА            | Серия     | Этаж   | Свита                       | Подсвита                            | Индекс   | Литология                                | Индекс угля                       | Фаунистический индекс                             | Мощность  |
|--------------------|-----------|--|-----------------------------|-------------------------------------|--|--|-----------------------------------|---|-----------|
| Четвертичный       |           |  |                             |                                     | Q  | Песок/ глина                             |                                   |   | 0...12    |
| Неоген             |           |  |                             |                                     | N  | Неогеновая глина                         |                                   |   | 0...20    |
| Юрский             | Средний   | Доггер   | Михайловская                |                                     | J <sub>2</sub> mh                                | Алевролит                                |                                   |   | 0...150   |
|                    |           |  | Кумыскудукская              |                                     | J <sub>2</sub> km                                | Конгломераты,<br>Песчаник                |                                   |   | 30...50   |
| Юрский             | Нижний    | Лиаз   | Дубовская                   |                                     | J <sub>1</sub> db                                | Аргиллит, Песчаник                       | d <sub>v1</sub> - d <sub>1</sub>  |   | 40...200  |
|                    |           |  | Саранская                   |                                     | T <sub>3r</sub> -J <sub>1</sub> sr               | Песчаник,<br>Конгломераты                |                                   |   | 40...120  |
| Тр.<br>и.          | Вв.       | Рет  |                             |                                     |  |  |                                   |   |           |
| Каменноугольный    | Средний   | Намюр  | Долинская                   | Нижний                              | C <sub>2</sub> dl                                | Аргиллит, Песчаник<br>Углеф. алевролит   | d <sub>6</sub> - d <sub>1</sub>   |   | 300...350 |
|                    |           |  | Над-<br>карагандинс-<br>кая | Верхний                             | C <sub>2</sub> ndk <sub>3</sub>                  | Алевролит<br>Углеф. аргиллит             | N <sub>4</sub>                    |   | 240...260 |
|                    |           |  |                             | Средний                             | C <sub>2</sub> ndk <sub>2</sub>                  | Алевролит<br>Углеф. аргиллит             | N <sub>3</sub> N <sub>2</sub>     |   | 280...340 |
|                    |           |  |                             | Нижний                              | C <sub>2</sub> ndk <sub>1</sub>                  | Алевролит<br>Углеф. аргиллит             | N <sub>1</sub>                    |   | 140...180 |
|                    |           |  | Карагандинская              | Верхний                             | C <sub>1</sub> v <sub>3</sub> +Skr <sub>g3</sub> | Песчаник,<br>Алевролит<br>Алеврит. уголь | K <sub>20</sub> - K <sub>16</sub> | K <sub>4</sub>                                    | 160...180 |
|                    |           |  |                             | Средний                             | C <sub>1</sub> v <sub>3</sub> +Skr <sub>g2</sub> | Песчаник, Соал<br>Алеврит. уголь         | K <sub>15</sub> - K <sub>10</sub> | K <sub>3</sub>                                    | 330...380 |
|                    | Нижний    | C <sub>1</sub> v <sub>3</sub> +Skr <sub>g1</sub> |                             | Аргилл. уголь, Соал<br>Алевролит    | K <sub>10</sub> - K <sub>1</sub>                 | K <sub>2</sub><br>K <sub>1</sub>         | 120...160                         |   |           |
|                    | Нижний    | Визе   | Ашлярикская                 | Верхний                             | C <sub>1</sub> v <sub>1-2</sub> ash <sub>3</sub> | Алевролит,<br>Аргиллит<br>Silty coal     | a <sub>1</sub> - a <sub>4</sub>   | A <sub>1</sub> -A <sub>4</sub>                    | 220...240 |
|                    |           |  |                             | Средний                             | C <sub>1</sub> v <sub>1-2</sub> ash <sub>2</sub> | Алеврит. уголь<br>Песчаник<br>Алевролит  | a <sub>5</sub> - a <sub>12</sub>  | A <sub>8</sub><br>A <sub>8</sub> ' A <sub>9</sub> | 110...130 |
|                    |           |  |                             | Нижний                              | C <sub>1</sub> v <sub>1-2</sub> ash <sub>1</sub> | Алеврит. уголь<br>Песчаник<br>Алевролит  | a <sub>13</sub> - a <sub>20</sub> | A <sub>10</sub> -<br>A <sub>11</sub>              | 180...210 |
|                    |           |  | Аккудукская                 | Верхний                             | C <sub>1</sub> v <sub>1</sub> ak <sub>3</sub>    | Песчаник,<br>Алевролит                   |                                   |   | 150       |
|                    |           |  |                             | Средний                             | C <sub>1</sub> v <sub>1</sub> ak <sub>2</sub>    | Алевролит,<br>Аргиллит                   |                                   |   | 170...210 |
|                    |           |  |                             | Нижний                              | C <sub>1</sub> v <sub>1</sub> ak <sub>1</sub>    | Аргиллит, Линзы<br>туффита               |                                   |   | 250...440 |
|                    |           |  |                             | C <sub>1</sub> v <sub>1</sub> tr    | Туффит   |  |                                   | 40...60   |           |
|                    | Девонский | Турнэ  |                             |                                     | C <sub>1</sub> t                                 | Известняк, Мергель                       |                                   |   | 250...330 |
| Фаммен             |           |  |                             | D <sub>3</sub> fm                   | Мергель  |  |                                   | 90...170  |           |
| Живет-<br>франский |           |  |                             | D <sub>2</sub> gv-D <sub>3</sub> fr | Эффузивное<br>основание                          |  |                                   | 2000  |           |

Примечание: полужирными линиями отмечены несогласия

Максимальная глубина погружения южной части Карагандинского бассейна превышает 4000 метров. Это установлено по калибровочным данным отражательной способности витринита и пористости. Отражательная способность витринита в пробах Карагандинской свиты иногда превышает 1.5, что является относительно высокой величиной. Эти значения могут быть объяснены значительным тепловым потоком или значительной глубиной погружения. Однако пористость в верхних осадочных слоях практически не зависит от теплового потока, и,

следовательно, максимальная глубина погружения была рассчитана путем калибровки расчетов одновременно по данным зрелости и теплового потока.

После нахождения максимальной глубины погружения, необходимо определить возраст эродированных слоев. Каменноугольные породы были в основном эродированы во время астурийской фазы герцинского орогенеза. Менее значительная эрозия произошла во время пфальцкой фазы герцинского орогенеза. Эти возрасты были взяты из исследований Бекмана и Ошурковой [1, 4]. Соотношение мощностей эродированных в разное время слоев определено путем калибровки по данным отражательной способности витринита.

Тепловой поток один из наиболее важных параметров, влияющих на зрелость углей, и является одной из наибольших неопределенностей. Согласно статье [6], современный тепловой поток в исследуемой области приблизительно равен  $40 \text{ мВт/м}^2$ , что недостаточно для вызревания углей в каменноугольное и юрское время. Методом подбора, было определено что оптимальным значением теплового потока в каменноугольное время является  $60 \text{ мВт/м}^2$ . Эти данные также согласуются с палеогеографической обстановкой в каменноугольное время, когда бассейн представлял из себя активную континентальную окраину [3].

#### **Заключение.**

Талдыкудукский участок Карагандинского угольного бассейна имеет значительный потенциал для разведки угольного метана. Идентификация метанобильных участков позволит снизить затраты на поисковые и разведочные работы. На основе обобщения имеющихся исходных данных проведено бассейновое моделирование. Неопределенности геологической концепции были откалиброваны с использованием данных о зрелости и сжатости пород. В то же время, данные являются весьма неоднородными по происхождению, и для повышения качества бассейновой модели рекомендуется провести дополнительное бурение.

Результаты бассейнового моделирования не являются индикаторами метанобильных участков, но дают исходную информацию для начала поисковых работ. Например, сорбционная способность и проницаемость углей зависит от множества факторов, включая марку углей, которая в свою очередь коррелирует с отражательной способностью витринита.

Результатами работы является 1D модель, которая осреднена из-за входных данных. Были смоделированы зрелость и сжатость пород в 3 блоках, разделенных высокоамплитудными разломами. Взаимосвязь между блоками была рассчитана путем проведения термического моделирования в скважинах, пересекающих взбросы.

Значительный надвиг происходил в начале астурийской фазы герцинского орогенеза. Мощность породы, эродированной в пермо-триасское время, превышает 4000 метров в южном блоке, 3000 метров в центральном и 2000 метров – в южном. Тепловой поток в период между каменноугольным временем и кайнозой был снижен с  $60 \text{ мВт/м}^2$  до  $40 \text{ мВт/м}^2$ .

Для получения более емких результатов рекомендуется провести двумерное термическое моделирование. Такое моделирование лучше учитывает процесс надвига и дает более точные результаты по сравнению с одномерным термическим моделированием. Для улучшения качества модели необходимы данные со всей площади бассейна, позволяющие уточнить особенности геологической эволюции его южной части.

В центральной и северной частях Карагандинского бассейна юрские породы имеют большую мощность. В южной части в виду отсутствия калибровочных данных, моделирование проводилось без учета данных. Наличие проб отражательной способности витринита в юрских углях окажется полезным для дополнительного моделирования.

#### **Литература**

1. Бекман В.М., Сейдалин О.А., Зинова Р.А. и др. Геология Карагандинского угольного бассейна. – М.: Недра, 1972. – 415 с.
2. Геология СССР, Центральный Казахстан. – Том XX. Книга 1. – М.: Недра, 1972. – 380 с.
3. Милетенко Н.В., Федоренко О.А. Атлас литолого-палеогеографических, структурных, палинспастических и геоэкологических карт Центральной Евразии. – Алматы: Научно исследовательский институт природных ресурсов ЮГГЕО, 2002. – 132 с.
4. Ошуркова М.В. Морфология, классификация и описания форма-родов миоспор позднего палеозоя. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2003. – 377 с.
5. Черноусов Я.М. Геология угольных месторождений. – Киев: Изд-во «Вища школа», 1977. – 176 с.
6. Davies J.H. Global map of solid Earth surface heat flow. – *Geochem. Geophys. Geosyst.* – 2013. – Vol. 14. – Is. 10. – Pp. 4608-4622.
7. KazEnergy. The National Energy Report / «KAZENERGY» ALE. – 2015 – P. 374.

### **АЛЛЮВИЙ БАСЕЙНА РЕКИ БАЛБАНЬЮ (ПРИПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)**

**Е.Ю. Кулакова**

Научный руководитель доцент Л.П. Бакулина

*Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия*

Интенсивные поисково-разведочные работы последних десятилетий, приуроченные к россыпной золотоносности кайнозойских отложений севера Урала и Тимана, привели к открытию большого количества россыпных районов на этой территории. Это позволило выделить на северо-востоке европейской части России золотороссыпную провинцию – Тимано-Североуральскую. Открытию промышленных россыпей предшествовала длительная история изучения россыпной и коренной золотоносности этого региона, связанная с именами многих исследователей. Шлиховое золото в аллювиальных отложениях рек севера Урала обнаружено еще в 30-60-х годах