

**Секция № 18**  
**«Проблемы региональной  
геологии и геоэкологии»**

## Содержание

|  |      |
|--|------|
| Черняхов В.Б., Куделина И.В., Фатюнина М.В., Леонтьева Т.В.<br>ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ<br>ВЕСЕННЕГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ .....  | 1486 |
| Петрищев В.П. КЛАСТЕРНАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ РОДНИКОВ<br>ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ .....  | 1489 |
| Хан И.С., Панкратьев П.В., Ольхова А.И. О ПЕРСПЕКТИВАХ<br>ПРИМЕНЕНИЯ КУЧНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ПРИ ДОБЫЧЕ<br>МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В<br>ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ .....   | 1495 |
| Калинина О.Н., Черняхов В.Б. ОРЕОЛЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИ<br>ОПАСНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ГОРНЫХ ПОРОДАХ<br>ЯМАН-КАСИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ .....   | 1500 |
| Белоусов А.А. Саликов М.П. СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ<br>ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ОДНОФАЗНОГО ДВИГАТЕЛЯ С<br>ОТКЛЮЧАЕМОЙ ПУСКОВОЙ ОБМОТКОЙ .....  | 1506 |
| Панкратьев П.В., Лощинин В.П., Куделина И.В. ПРОБЛЕМЫ<br>ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОТРАБОТКЕ<br>МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В<br>ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ОРЕНБУРГСКОГО УРАЛА(НА ПРИМЕРЕ<br>МЕСТОРОЖДЕНИЙ МЕДИ И ЗОЛОТА) ..... | 1509 |
| Пономарева Г.А., Панкратьев П.В. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОЛОТА В<br>НЕФТЯХ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ: НЕКОТОРЫЕ<br>ОСОБЕННОСТИ .....   | 1514 |
| Судариков В.Н., Калинина О.Н. ЭКЗОГЕННЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ<br>ПРОЦЕССЫ НА ТЕРРИТОРИИ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ .....  | 1522 |

## ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ ВЕСЕННЕГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

**Черняхов В.Б., Куделина И.В., Фатюнина М.В., Леонтьева Т.В.**  
**Оренбургский государственный университет, г. Оренбург**

Месторождение Весеннее расположено на стыке Магнитогорского мегасинклинория и Восточно-Уральского поднятия, в пределах Малдыгулсайского горст-антиклинория.

Подземные воды месторождения преимущественно трещинно-пластовые, распространены в двух комплексах: в скальных породах палеозоя и корях выветривания на них.

Скальные породы палеозоя представлены главным образом диабазами и гранитоидами, различными по своим воднофизическим свойствам и в силу этого рассматриваются как два самостоятельных водоносных комплекса. Эффективная пористость диабазов составляет 0,37 %, водопоглощение 1,07. Эти же параметры у гранитоидов равны соответственно 0,68 % и 1,71. В приконтактной зоне, являющейся рудовмещающей, диабазы подверглись существенной гидротермальной метасоматической переработке. В связи с этим, водно-физические свойства упомянутых пород близки к гранитоидам. Эффективная пористость измененных пород составляет 0,69 %, водопоглощение - 0,72. Различия в водно-физических свойствах пород определили различия в удельном дебите и коэффициенте фильтрации. Для диабазов эти величины равны 0,002-0,02 л/сек и 0,0022-1,0 м/сут соответственно, для гранитоидов, естественно выше – 0,01-1,0 л/сек и 0,32-2,3 м/сут.

Глубина зеркала подземных вод в скальных породах колеблется от 5 м на эродированных участках до 35 м – в депрессионной центральной части участка. Все рудные тела обводнены и находятся ниже уровня подземных вод. Мощность водоносного горизонта колеблется около 150 м. Воды на большей части площади не напорные, в депрессионных частях напор достигает 20 м.

В зонах наибольшей трещиноватости, протянувшихся вдоль рудоносного контакта, и в зонах тектонических нарушений субширотного направления, выявленных на севере участка, развиты трещиновато-жильные воды с дебитом около 9 м/сек. Этот тип вод практически не изучен.

Местной областью питания трещино-пластовых вод палеозоя являются водораздельные пространства. Областью частичной разгрузки – центральная депрессионная часть, выполненная рыхлыми отложениями, и южная часть участка с долинами реки Аралча и балки Кошенсай. Наиболее интенсивное движение вод с уклоном 0,006 м прослеживается с севера на юг по рудоносному контакту диабазов и гранитоидов, имеющему вогнутую конфигурацию. Приток вод с прилегающих участков менее интенсивен.

Породы палеозоя перекрыты глинистой корой выветривания.

Водно-физические свойства кор выветривания на диабазах и гранитоидах различны. Пористость первых составляет в среднем 21,2%, вторых – 6,38 %.

Естественная влажность 45,3 % и 34,0 соответственно. Содержание глинистой фракции в коре выветривания на диабазах 42,5 %, на гранитоидах 21,5 %. Доля песчанистой фракции имеет обратную закономерность. Последним фактором легко объяснить большую глубинность проникновения агентов выветривания на гранитоидах.

Воды кор выветривания имеют удельный дебит 0,05л/сек, коэффициент фильтрации -1,35 м/сут, т.е. более высокие значения, чем в скальных диабазах, но меньшие, чем в скальных гранитах. Уровень стояния грунтовых вод в рассматриваемых отложениях колеблется от 5,0 до 10,0 м. Мощность водоносного горизонта 30 м. Обводненность не сплошная. Воды преимущественно не напорные. В местах перекрытия кор переотложенными глинистыми образованиями и четвертичными суглинками напор достигает нескольких метров. Питание вод кор выветривания происходит за счет трещинно-пластовых и трещинно-жильных вод нижележащих образований, с которыми они гидравлически связаны.

Химизм вод участка определяется рядом факторов. Основным является хлоридный состав вод региона, ограниченность осадков с нижним пределом 140 мм в год, ограниченная инфильтрация последних. Выположенность рельефа как дневной, так и кровли палеозоя предопределила застойный режим вод. Всё это обусловило преобладание на участке хлоридно-сульфатных вод во всех водоносных горизонтах, которые в зависимости от гидродинамической обстановки характеризуются различной минерализацией. Наиболее динамичная обстановка свойственна центральной части участка, где развиты зоны нарушений. Здесь минерализация вод колеблется в пределах 1000-3000 мг/л. По мере удаления от неё, минерализация вод достигает 10 000 мг/л. На юге участка расположена соленосная долина балки Кошенсай (М- 5 600 мг/л). Здесь концентрируются воды как подземные, так и поверхностные с окружающей территории. В результате в отдельных точках минерализация вод возрастает до 28 100 мг/л (скв. 2490).

Абсолютное содержание рудных элементов в водах участка колеблется в пределах: медь – 0,003-1,600 мг/л, цинк – 0,025-3,100 мг/л, свинец – 0,002-0,025 мг/л, мышьяк – 0,0005-0,0070 мг/л.

Коэффициент аномальности элементов в водах колеблется в пределах: медь – 12-80, цинк – 7-16, свинец 2-8. Указанные пределы позволяют рассматривать содержание элементов как среднеаномальные величины.

Соотношение между медью и цинком в водах месторождения колеблется от 1 до 10 и свидетельствует о начальных этапах процессов окисления. Величина рН не опускается ниже 6,5, содержание кислорода 0,8-2,7 мг/л. Значительную роль на данном месторождении, видимо, играет электрорхимическое растворение.

Аномальная концентрация рудных элементов в водах с минерализацией > 10 000 мг/л, наблюдаемые в южной части участка, что следует связать как с наличием рудного тела IV, так и с общим повышением минерализации. В этих условиях необходимо принимать во внимание не абсолютное содержание рудных элементов, а пересчитанное на величину минерализацией.

На большей части площади участка и примыкающих территориях точки с аномальным содержанием рудных элементов в грунтовых водах носят разрозненный характер. Рудоносный контакт диабазов и гранитоидов оконтуривается ореолами ограниченного комплекса элементов: меди и цинка.

Ореолы меди и цинка, проведенные по изоконцентрациям 0,06 мг/л и 0,6 мг/л, являются наиболее обширными по площади. Внутри этих ореолов наблюдаются локальные ореолы с концентрациями 0,1 мг/л меди и 1,0 мг/л цинка. Они тяготеют к рудным телам и минерализованным зонам. Однако четкой приуроченности нет.

Хорошее совпадение свойственно геохимическим ореолам и рудным телам I-II. Последнее наиболее эродировано. Здесь в наибольшей степени начинают проявляться признаки окисления. Этим рудным телам отвечают четкие ореолы в коре выветривания. Рудные тела III-V, постепенно погружающиеся с севера на юг, характеризуются расплывчатыми ореолами меди и цинка в воде. Над основным рудным телом - III прослеживается даже отрицательный ореол меди. Характерной чертой ореольного поля является смещение ореолов относительно рудных тел на юг, обусловленное воздействием субмеридионального потока вод вдоль рудоносного контакта.

Размер площадей ореолов перечисленных элементов колеблется около 150 тыс.м<sup>2</sup>. Они более чем в 20 раз превышают размеры исходных рудных тел. Они равны по размерам ореолам в коре выветривания, так как обуславливают их.

Распределение в водах таких компонентов, как железо, и величина рН позволяют довольно четко оконтуривать местоположение рудоносного контакта.

Железо представлено 2-х и 3-х валентными формами. Абсолютные значения этих элементов в водах близки. Соотношение этих форм так же, как и для случая цинка и меди, свидетельствует об ограниченности процессов окисления на месторождении. Ореолы железа оконтурены по изоконцентрации 0,3 мг/л. Ореолы закисного железа более локальны, нежели железа окисленного. Четкого соответствия между контурами железа в водах и рудоносными телами не наблюдается.

Изолинии значений рН в водах на уровне 7,0 и 7,5 довольно четко отбивают контуры всех рудных тел на севере, центре и юге участка. Как и в ранее рассмотренных случаях, контуры ореолов смещены потоком вод на юг относительно рудных тел.

## КЛАСТЕРНАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ РОДНИКОВ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

Петрищев В.П.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

В гидрогеологическом отношении район исследований относится к Восточно-Русской провинции – системе артезианских бассейнов платформенного типа с преобладанием подземных вод напорных пластовых и трещинно-пластовых [1].

Учитывая высокую вариабельность параметрических характеристик родников, апробирована их кластерная группировка с построением иерархических уровней [2]. При проведении кластеризации использовались материалы Оренбургского территориального фонда геологической информации [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13].

При кластеризации родниковых выходов четко прослеживается дифференциация их параметров соответственно подпровинциям (бассейнам подземных вод), а также основным водоносным комплексам. Высотное расположение родниковых выходов связано в целом с геоморфологическим уклоном местности. В западной части Оренбургской области отмечается закономерное снижение их абсолютных отметок с северо-востока на юго-запад, т.е. в сторону Прикаспийской низменности. Рисунок распределения родников по высотным уровням соответствует основным орографическим направлениям Общего Сырта. Как видно, из рисунка подавляющее большинство родников расположено на высотах 100-200 м (49,5%) и 200-300 м (38,8%), что соответствует преимущественно склоновым элементам рельефа. Только 3,8% располагается на наиболее верхних геоморфологических уровнях, а 7,9% - на нижних.

По степени минерализованности родниковых вод отмечается ее повышение как к югу, так и к северу. В первом случае это связано с увеличением содержания минеральных солей в породах, генетически связанных с морскими трансгрессиями (акчагыльский и апшеронский ярусы неогена) и увеличением их распространения к Прикаспийской низменности. Во втором – в связи с высоким содержанием солей в известняках, мергелях и доломитах казанского и уфимского ярусов верхней перми, слагающих территорию Бугульминско-Белебеевской возвышенности.

Распределение типов родников на территории западной части Оренбургской области определяется как геоморфологическими, так и гидрогеологическими причинами. Восходящие родники приурочены к верхним частям водоразделов и их размещение повторяет основные орографические линии Общего Сырта. Пластовые выходы сосредоточены преимущественно в северо-восточной части района исследований, тем самым, фиксируя наиболее водообильные горизонты подземных вод.

Соотношение катионов Na, Ca, Mg в родниковых водах западной части Оренбургской области существенно изменяется в зависимости от

вскрывающегося водоносного горизонта. Родники Камско-Вятской подпровинции характеризуются высокой степенью участия кальция в формировании химизма родниковых вод. Характерно, что к востоку увеличивается доля магния, а к западу доля кальция в сумме катионов. Для натрия соблюдается в основном широтное изменение концентраций – с севера на юг его участие в формировании химического состава родниковых вод увеличивается. В отличие от катионов, у которых все же явного преобладания в формировании химизма родниковых вод не отмечается, среди анионов по своей значимости выделяется гидрокарбонат-ион. Особенностью распределения анионов является то, что доля хлорид-иона и сульфат-иона в сумме анионов резко возрастает при формировании гидрохимически аномальных родников с высокой минерализацией вод.

Анализ корреляционных соотношений между параметрами родниковых вод в целом отражает взаимосвязь между гидродинамическими и гидрохимическими их свойствами. Водообильность родников существенно зависит от высоты их расположения – чем ниже ярусно-высотная принадлежность, тем выше дебит ( $K_k = -0,57$ ), так как к напорным горизонтам подключаются безнапорные, формирующиеся за счет перемещения грунтовых вод вдоль склонов. Напротив, прямая связь обнаруживается между дебитом и типом родника – наиболее водообильными являются родники нисходящего типа. Корреляционная связь между минерализацией родниковых вод и типом родников определяется тем, что родники нисходящего типа имеют повышенную минерализацию за счет миграции и аккумуляции наиболее подвижных солей в пределах нижележащих фаций. В целом тип родника является одним из интегральных показателей, оказывающих влияние на большинство параметров. В частности родники нисходящего типа имеют повышенное содержание хлорид-иона и иона натрия, а восходящего гидрокарбонат-иона и иона кальция. С минерализацией связана также еще одна зависимость – в родниках с высокоминерализованными водами пониженное содержание кальция и повышенное – магния. Взаимоотношения между отдельными ионами обнаруживают определенную сопряженность – при повышенном содержании хлоридов и сульфатов концентрация гидрокарбонатов сокращается, повышение концентрации сульфатов ведет к сопряженному росту содержания хлоридов, содержанию хлорид-иона и иона натрия, содержание сульфат-иона и иона кальция также имеют высокую прямо пропорциональную зависимость.

Таблица 1 – Коэффициенты корреляции между основными параметрами родниковых выходов

|        | TIP   | DEBIT        | NA           | CA          | MG    | CL           | SO4         | HCO3         | MINER        | PH           |
|--------|-------|--------------|--------------|-------------|-------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| VISOTA | -0,24 | <b>-0,57</b> | 0,32         | -0,06       | -0,33 | 0,16         | 0,01        | -0,13        | -0,36        | 0,38         |
| TIP    |       | <b>0,49</b>  | <b>-0,68</b> | <b>0,63</b> | 0,00  | <b>-0,78</b> | 0,01        | <b>0,57</b>  | <b>-0,49</b> | 0,39         |
| DEBIT  |       |              | -0,44        | 0,44        | -0,04 | -0,44        | 0,46        | -0,05        | -0,17        | 0,44         |
| NA     |       |              |              | -0,72       | -0,28 | <b>0,69</b>  | -0,41       | -0,17        | -0,04        | 0,03         |
| CA     |       |              |              |             | -0,46 | -0,45        | <b>0,68</b> | -0,22        | <b>-0,49</b> | 0,42         |
| MG     |       |              |              |             |       | -0,27        | -0,41       | 0,53         | <b>0,73</b>  | <b>-0,62</b> |
| CL     |       |              |              |             |       |              | -0,17       | <b>-0,60</b> | 0,36         | -0,33        |
| SO4    |       |              |              |             |       |              |             | <b>-0,69</b> | -0,20        | 0,36         |
| HCO3   |       |              |              |             |       |              |             |              | -0,10        | -0,05        |
| MINER  |       |              |              |             |       |              |             |              |              | <b>-0,85</b> |

Кластерная дифференциация естественных выходов подземных вод в западной части Оренбургской области отражает следующие закономерности:

- большинство аномальных по гидродинамическим и гидрохимическим свойствам родников располагается в пределах Бугульминско-Белебеевской возвышенности, т.е. их количество возрастает с юга на север. Как правило, гидродинамические аномалии сопровождают границы раздела гидрогеологических провинций, тем самым, отражая формирование крупных линейных областей разгрузки.

- в гидрохимической дифференциации родниковых вод прослеживается существенное отличие между родниками Камско-Вятской и Сыртовской подпровинции. Если для первой родники с высоким содержанием сульфатного и хлоридного анионов являются аномальными, то для второй они широко распространены по всему бассейну с увеличением количества таких родников с севера на юг.

Большое количество гидрохимических аномалий локализовано севернее долины р.Большой Кинель и в бассейне р.Тананык, что связано с формированием ореолов сульфатных вод в первом случае верхнеказанского водоносного комплекса, а во втором – акчагыльско-татарского водоносного комплекса.

В целом распределение дебита родников определяется распределением модулей родникового стока соответственно бассейнам подземных вод. Если по конкретным параметрам прослеживается связь с гидрогеологическим районированием, то группировка родников по комплексу параметров обнаруживает признаки локальной (местной) дифференциации - ландшафтно-типологической, высотно-ярусной, эрозионно-бассейновой.

Ярусно-геоморфологическая дифференциация определяет динамику параметров родниковых выходов в соответствии с принадлежностью к

определенным геохимическим фация, соответствующих различным высотным уровням. Элювиальные фации включают родники восходящего типа, гидрокарбонатного кальциево-натриевого состава с повышенным дебитом и пониженной минерализацией. Родники транзитных фаций преимущественно нисходящего типа (соотношение нисходящих и восходящих родников (3:1 или 4:1), гидрокарбонатно-сульфатного кальциево-натриевого состава, с наиболее высоким дебитом и средней минерализацией. Родники аккумулятивных фаций нисходящего типа, гидрокарбонатно-сульфатного и сульфатно-хлоридного кальциево-натриевого состава с низким дебитом и наиболее высокой минерализацией в районе исследований.

Количественные показатели, характеризующие кластеры родников западной части Оренбургской области, определяют выделение двух групп: 1) кластеры с гидрокарбонатным кальциево-натриевым составом воды, отличающиеся принадлежностью к различным высотно-генетическим ярусам сыртового рельефа, минерализацией и дебитом и 2) кластеры, объединяющие родники других гидрохимических классов.

Таблица 2 - Основные характеристики родниковых кластеров западной части Оренбургской области.

| Кластер | Количество родников | Доля от общего числа (1134),% | Высота, м | Тип* | Дебит, л/с | Минерализация, мг/л | pH   | Содержание компонентов, мг-экв/% |       |       |       |                 |                  |
|---------|---------------------|-------------------------------|-----------|------|------------|---------------------|------|----------------------------------|-------|-------|-------|-----------------|------------------|
|         |                     |                               |           |      |            |                     |      | Na                               | Ca    | Mg    | Cl    | SO <sub>4</sub> | HCO <sub>3</sub> |
| 1       | 2                   | 0,18                          | 183,5     | 1    | 0,15       | 4651,1              | 7,53 | 44,72                            | 35,28 | 20,01 | 74,77 | 16,23           | 9,01             |
| 2       | 20                  | 1,76                          | 185,4     | 1,37 | 0,35       | 1045,13             | 7,69 | 26,74                            | 53,76 | 19,5  | 11,79 | 58,03           | 30,18            |
| 3       | 7                   | 0,62                          | 209,29    | 1    | 0,11       | 2286,66             | 7,85 | 38,75                            | 37,62 | 23,63 | 24,06 | 52              | 23,93            |
| 4       | 211                 | 18,61                         | 165,51    | 1,35 | 1,28       | 351,34              | 7,89 | 38,77                            | 38,39 | 22,84 | 8,4   | 14,12           | 77,48            |
| 5       | 54                  | 4,76                          | 173,65    | 1,33 | 1,68       | 379,18              | 7,96 | 35,66                            | 42,41 | 21,93 | 10,22 | 46,89           | 42,89            |
| 6       | 22                  | 1,94                          | 170,82    | 1,45 | 2,56       | 821,8               | 8,13 | 24,11                            | 56,51 | 19,38 | 7,38  | 78,38           | 14,25            |
| 7       | 650                 | 57,32                         | 203,57    | 1,48 | 0,75       | 559                 | 8,08 | 32,36                            | 41,87 | 25,77 | 3,68  | 10,07           | 86,25            |
| 8       | 152                 | 13,4                          | 180,26    | 1,47 | 0,39       | 835,86              | 7,62 | 29,42                            | 45,8  | 24,79 | 5,28  | 12,41           | 82,31            |
| 9       | 16                  | 1,41                          | 156,1     | 1,25 | 1,13       | 8864                | 7,2  | 26,09                            | 36,85 | 37,05 | 10,14 | 24,31           | 65,55            |

К первой группе относятся кластеры, включающие подавляющее большинство родников (89,33%) и формирующие таким образом общерегиональный гидрокарбонатный кальциево-натриевый фон. Большая часть родников данной группы расположена в пределах водораздельных сыртовых плато и увалов, водораздельных плакоров (57,32% общего количества родников) на уровне 190-250 м. Второй геоморфологический уровень (160-200 м) составляют родники оврагов и балок, секущих склоны сыртовых гряд и увалов. Их доля от общего количества 13,4%. Нижний высотно-генетический ярус составляют родники придолинных плакоров, приречных террас и речных пойм с высотой 100-170 м. Они составляют 18,61% от общего количества родников. Характерной особенностью динамики

гидродинамических параметров между родниками названных высотно-генетических ярусов является увеличение минерализации и снижение дебита для родников II яруса, который состоит преимущественно из транзитных (трансэлювиальных и трансаккумулятивных) геохимических фаций. Напротив аккумулятивные фации сыртовых катен включают родниковые урочища с повышенным дебитом и сниженной минерализацией подземных вод.

Родники остальных кластеров, обладают в той или иной степени аномальными параметрами для исследуемого региона. Родниковые аномалии данной группы составляют 10,67% от общего количества. При этом родники, выделяющиеся по гидродинамическим особенностям (расходу воды, дебиту) составляют 6,7% и разделяются на два кластера – с сульфатной кальциевой минерализацией и со сложным составом – гидрокарбонатно-сульфатной кальциево-натриевой. Пространственное размещение родников выше названных кластеров несколько отличается. Первая группа располагается в пределах территории распространения гидрохимической свиты казанского яруса перми, в то время как второй кластер к территории, прилегающей к Предуральскому прогибу.

Результатом кластеризации параметров родниковых вод стала разработка концепции ландшафтогенеза родниковых геосистем. Основные положения данной концепции заключаются в том, что:

- особенности территориального размещения гидрологических и геохимических аномалий родниковых ландшафтов обусловлены структурой природных границ и рубежей;

- степень аномальности родниковых ландшафтов определяется близостью их расположения по отношению к природным рубежам соответствующего иерархического порядка – чем выше уровень физико-географической границы, тем ярче проявление аномальных свойств. Родниковые ландшафты, расположенные у границ района (провинции), обнаруживают существенное отклонение от типоморфных свойств, что может быть объяснено их вовлечением в граничные парадинамические геосистемы (экотоны). Подобная пространственная дифференциация особенностей родниковых ландшафтов согласовывается с одной из важных закономерностей в ландшафтоведении – отклонение ландшафтов от инварианта в зависимости от степени проявления зональности и размещения по отношению к границам физико-географического района (провинции);

- ландшафтно-топологическая ординация родниковых урочищ определяется климатической зональностью и проявляется через широтное изменение геохимических свойств родниковых вод.

#### *Использованная литература*

*Опубликованная:*

1. *Гидрогеология СССР / Под. ред. Е.И.Токмачева. - М.: Недра, 1972. - 272 с.*

2. **Глазовская, М.А.** Геохимические основы типологии и методики исследования природных ландшафтов / М.А. Глазовская - Смоленск: Ойкумена, 2002. - 288 с.

Фондовая:

3. **Бельц Г.М., Мануйлов Н.В., Шеин А.В.** Гидрогеологическая съемка и ЭГИК масштаба 1:200 000 листа N-39-XXIX («Бузулукский бор» и г. Бузулук) в 2000-2003 гг.

4. **Болдырев В.Б., Ярушина Т.В.** Материалы к государственным геологической и гидрогеологической картам российской федерации масштаба 1:200 000 территории листа N-39-XXIII (Бузуруслан) серия средневожская.

5. **Дмитров В.М., Назарова В.Л., Новокианова Н.С.** Гидрогеологические условия листа M-39-12 (Отчет о результатах гидрогеологической съемки масштаба 1:200000 по работам Приуральной гидрогеологической партии в 1971-1973 гг).

6. **Донецкова А.А., Донецков Н.А., Орлова Н.Л.** Отчет о государственной гидрологической съемке масштаба 1:200000 листа N-39-24 (1975-1978гг).

7. **Луговая Т.А., Болдырев В.Б.** Геологическое строение, полезные ископаемые и гидрогеологические условия бассейнов верхнего течения рек Ток и Большой Кинель. Отчет Шарлыкской партии о результатах гидрогеологической съемки с геологическим доизучением масштаба 1:200000 территории листа N-39-30 в 1990-1994гг.

8. **Павлова В.П., Салтанова В.Г.** Промежуточный отчет о государственной гидрогеологической съемке восточной половины листа N-39-36 в 1968-1969 гг.

9. **Поладько М.Ф., Донецкова А.А.** Отчет о государственной гидрогеологической съемке масштаба 1:200000 проведенного Мустаевской партией на площади листа M-39-6 в 1970-1972 гг.

10. **Салтанов А.И., Павлюкова В.Г., Зюзин Н.У., Гордейчук Ю.С.** Отчет о государственной гидрогеологической съемке листа M-39-4 в 1964-1965 гг.

11. **Салтанов А.И., Павлюкова В.Г., Гордейчук Ю.С.** Отчет о государственной гидрогеологической съемке листа M-39-5 в 1966-1968 гг.

12. **Синицын И.М., Толстунова Н.Н.** Геологическое строение и гидрологические условия листа N-39-18. Отчет Ермекеевского Камской гидрогеологической съемочной партии по работам за 1971-1974 гг.

13. **Толстунова Н.Н.** Отчет Федоровской гидрогеологической партии о результатах гидрогеологической съемки масштаба 1:200000 территории Мелеузовского листа (N-40-26) , проведенной в 1963-1964 гг.

## **О ПЕРСПЕКТИВАХ ПРИМЕНЕНИЯ КУЧНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ПРИ ДОБЫЧЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Хан И. С.\*, Панкратьев П. В.\*\*, Ольхова А. И\*.**

**\* Управление по недропользованию по Оренбургской области**

**\*\*Оренбургский государственный университет**

В связи с мировым экономическим кризисом, ситуация в горнодобывающей и перерабатывающей промышленности Южного Урала, включая Оренбургскую область, резко ухудшилась: сократилось производство товарной продукции, продукция стала не конкурентоспособной из-за высокой себестоимости добычи и переработки полезных ископаемых, сокращение работающих, задолженности по заработной плате и т. д.

В этот кризисный период, внедрение кучного и подземного выщелачивания при добыче металлических полезных ископаемых добывающих и перерабатывающих предприятий, становится весьма актуальным, как наиболее экономичный, экологически безопасный и технологичный метод добычи и переработки руд (1,2 и др.).

Объемы добычи полезных ископаемых на Южном Урале достигли огромных размеров: ежегодно десятки и сотни миллионов тонн горных пород извлекаются из недр. Увеличивающаяся потребность в минеральном сырье вынуждает осваивать глубокозалегающие месторождения. Благодаря достижениям науки и техники глубина карьеров при открытом способе добычи достигает 500 м, а подземные горные выработки приходится на глубинах до 800 - 1200 м, что требует значительных трудовых и материальных затрат. При этом почти на всем протяжении Южного Урала площади месторождений испещрены глубокими карьерами и шахтами, залитыми зачастую сернокислыми и купоросными водами; на автомобильных и железнодорожных дорогах имеются случаи рассыпания и потерь рудного материала с токсичными металлами и минералами.

Тенденция снижения качества минерального сырья, удорожания производства конечного продукта и ухудшения экологической ситуации в горнодобывающих регионах, а также продолжающийся мировой экономический кризис, приводит к необходимости поиска новых путей добычи, переработки и использования полезных ископаемых, одними из которых являются кучное (КВ) и подземное выщелачивание (ПВ), решающие многочисленные проблемы геологии и горного производства, экономики, экологии и обеспечивающие более безопасное ведение работ.

В Оренбургской области до настоящего времени не получило широкое развитие КВ, а ПВ вообще до сих пор не применяется при добыче металлических полезных ископаемых, а используются традиционные способы: открытый и в меньшей степени подземный.

Эти способы сопряжены с экстремальными условиями (завалы, взрывы и пожары), которые могут привести к человеческим жертвам.

Преимущество добычи твердых полезных ископаемых методами кучного и подземного выщелачивания заключается не только в более безопасном ведении работ в основном звене, но и в сокращении в 3-5 раз времени на освоение месторождения металлических руд, в меньших затратах на добычу и транспортировку полезных ископаемых.

Кучное или подземное выщелачивание проводится, как правило, в пределах горного отвода месторождений. В процессе подземного и кучного выщелачивания происходит самоизмельчение и самообогащение полезного ископаемого. Этот процесс управляем, и его можно активизировать как в подземной камере, так и в пульпопроводе, на изливе пульпы и на карте намыва. Это позволяет обойтись без строительства обогатительной фабрики в ее традиционном виде или построить отдельные цеха (додраблевания, истирания, облагораживания и т. д.), что существенно уменьшает капитальные вложения в рудник. Снижает себестоимость товарного продукта, экономические и технические затраты по перевозке добытой руды с карьеров и шахт до горно-обогатительных комбинатов и цехов (ГОК), потери и загрязнения по пути следования транспортных средств с рудной массой.

В экологическом отношении рудник с кучным и подземным выщелачиванием предпочтительнее карьера и шахты (с последующим обогащением руды в ГОК), так как существенно уменьшает финансово-технические затраты и отрицательное воздействие на окружающую среду.

При открытом и шахтном варианте разработки месторождений и получения концентратов в ГОК образуются: в огромных объемах отвалы вскрышных пород, некондиционных (забалансовых) руд, измененных обогащенных сульфидами метасоматитов и пород; эфеля и хвосты с большим содержанием вредных, зачастую, высокотоксичных металлов и минералов, огромные котлованы, заполненные высокотоксичными кислотными водами содержащими тяжелые металлы. Из-под отвалов и хвостов выносятся грунтовые и атмосферные воды, обогащенные токсичными металлами и кислотами. Одним из самых негативных примеров такого состояния дел в Оренбуржье и в целом на Южном Урале, служат карьерные и шахтные воды отработанных карьеров и шахт (например, Блявинского месторождения медноколчеданных руд), а также огромные пруды – хвостохранилищ ГОК Южного Урала, которые могут быть постоянным источником сильнейшего загрязнения окружающей среды. Содержания вредных веществ в них превышают более десятков и сотен раз значений ПДК.

Первый опыт по кучному выщелачиванию (КВ) в Оренбургской области был получен на Кировском месторождении золота в 2000-2004 г.г. До внедрения КВ в Оренбургской области добыча золота велась только попутно при разработках колчеданно-полиметаллических (Барсучий Лог, Яман-Касы и Джусинское) и медно-колчеданных месторождений (Гайское и Летнее).

Кировское месторождение приурочено к водоносной нижнекаменноугольной зоне трещиноватых пород и локализовано в углисто-терригенной пачке пород, в которой оборудован опытный карьер. Рудовмещающие отложения характеризуются слабой обводненностью и

низкими фильтрационными свойствами. Полезная толща залегает на окварцованных известняках – маршалитах, вскрытая мощность которых составляет 82–90м, а уровни подземных вод соответствует глубинам 27–29,2м. На этом месторождении, кроме самого карьера, в состав промплощадки входят отвалы пустых пород, забалансовые руды, плодородно-растительный слой (ПРС), склад кучного выщелачивания и рудоподготовки, а также административно-хозяйственные помещения. Добыча золота велась открытым способом методом КВ.

Технологическая схема переработки руд (разработчики: НПП «ГЕОТЕП», ОАО МНПО «Полиметалл») включала ряд операций по рудоподготовке и гидрометаллургии, при которых применяются вяжущие материалы (портландцемент) и щелочные растворы цианида натрия с защитной щёлочностью для исключения гидролиза цианида натрия и образования циановодорода. Выщелачивание руд происходит на подготовленном основании в слабопроницаемых, вязких глинах неоген–четвертичного возраста. Мощность этой толщи достигает 25 м и представляет собой непроницаемый защитный экран. Состояние подземных и поверхностных вод определялась посредством наблюдений за состоянием карьерных вод, подземных вод по режимным и водозаборным скважинам, по реке Каменки. Ежемесячно по графику из перечисленных водопунктов и дна карьера отбирались пробы воды на определение рН среды, содержание цианидов, меди, золота, серы, нефтепродуктов. Внешний контроль осуществлялся лабораториями Орской СИГЭКиА и Новотроицким ЦГСЭН.

По результатам анализов по наблюдательным скважинам и водоемам в пределах и окрестностях промплощадки рудника Кировского месторождения за состоянием подземных и поверхностных вод по определяемым показателям (цветных, черных и др. металлов, цианидов, хлоридов и прочих элементов) за период с 2000г. по 2004г. ЗАО «ЮУЗК» установлено, что их показатели находятся, в основном, в пределах или ниже ПДК. Цианиды из-за неустойчивости в водной и воздушной среде в анализах не обнаруживаются или обнаружены в тысячных долях мг/дм<sup>3</sup>, в то время как величина допустимого уровня ПДК составляет 0,1 мг/дм<sup>3</sup>.

Наблюдения показали, что сезонные колебания в разрезе 4-х летнего периода соответствовали общему гидродинамическому фону района и не нарушались процессами разработки Кировского месторождения золота.

Химический состав подземных вод характеризовался стабильностью во времени и не имел значительных отклонений от норм (рН, содержания железа, сульфатов, хлоридов и др.).

Преимущества применения КВ перед традиционными методами добычи в экономическом, инженерно-технологическом и экологическом отношении очевидна.

Разработка Кировского золоторудного месторождения с применением технологии КВ явился на сегодняшний день весьма прогрессивной, экономически высокоэффективной и экологически наиболее безопасной.

Вышеуказанная технология КВ, опробованная на Кировском месторождении, успешно может применяться в сходных золоторудных месторождениях (Каменское, Южно-Кировское и Белозерское). Примером может служить Каменское месторождение, где с 2007 г. начата промышленная добыча золота методом КВ.

Методика КВ также может быть применена при разработках месторождений силикатных кобальт-никелевых руд востока Оренбуржья, образовавшихся в корях выветривания ультраосновных массивов (Буруктаальское, Староайдерлинское, Аккаргинское, Киёмбаевское и Кайрактинское месторождения).

Например, при проведении опытно-промышленных испытаний переработки силикатных кобальт-никелевых руд участка 1 Буруктаальского месторождения методом рудно-термической электроплавки в 2006-2008 гг., выявились ряд технических и технологических проблем, затрудняющих получение товарной продукции передела: большой расход восстановителя; периодическое «вскипание» шлаковой ванны; образование наростов в подсводовом пространстве печи; большая пылевая и скраповая циркулирующая нагрузка.

Причиной возникновения технологических проблем являются особенности минерального и химического состава силикатных кобальт-никелевых руд участка 1 Буруктаальского месторождения.

Для оптимальной добычи и переработки силикатных кобальт-никелевых руд предпочтительно применять способ КВ с использованием 5% раствора серной кислоты с последующим осаждением никеля и кобальта из продуктивных растворов.

Преимуществами переработки бедных окисленных кобальт-никелевых руд методом КВ являются:

- экономически наиболее выгодная технология по капитальным и операционным затратам;
- комплексность использования компонентов, содержащихся в руде, за счет выделения кобальта в отдельный продукт;
- технология более безопасна для окружающей природной среды по сравнению с существующим в настоящее время никелевым производством.

Возможным объектом добычи медно-редкометалльно-редкоземельных руд способом подземного и кучного выщелачивания являются месторождения медистых песчаников в верхнепермских отложениях Предуралья. Этот вопрос поднимался неоднократно. В частности, ГГП «Зеленогорскгеология» в качестве благоприятных для этих условий отмечалась приуроченность их к слаболигифицированным хорошо проницаемым песчаникам, элементный и минеральный состав которых позволяет применять методы КВ и ПЗВ.

В Оренбургской области осуществлялись специальные работы по ПВ, разработке технологической схемы ПВ и анализу эффективности ее применения на колчеданно-полиметаллическом месторождении Аномалия 1.

Главными рудообразующими минералами руд на этом месторождении являются сульфиды, поэтому выщелачивание из них металлов сопряжено с

окислением сульфидов серы с образованием серной кислоты и раствора, содержащего сульфаты меди, железа и цинка, что соответствует естественному геологическому процессу окисления сульфидных месторождений. В дальнейшем серная кислота расходуется на растворение халькопирита и сфалерита. При, казалось бы, простой схеме извлечения металлов методом ПВ необходима достаточно высокая степень изученности рудных залежей, без которой степень риска значительно высокая, особенно когда будут осуществляться работы на комплексных месторождениях, содержащих помимо меди и цинка другие промышленно ценные элементы - свинец, золото и другие. Для таких руд на месторождении Аномалия I подобрана оптимальная технологическая схема выщелачивания, включающая в основном два последовательных процесса: сернокислотное выщелачивание (для растворения большей части сульфидов) и солянокислотное выщелачивание (для свинца, золота и серебра).

Особенности технологии выщелачивания, основанное на значительных расходах кислот (в частности серной), определяют эффективность этого процесса, преимущественно в условиях развития колчеданно-содержащих руд, где возможно самопроизвольное образование серной кислоты за счет сульфидов. Прогнозирование на этом месторождении скрытых серосодержащих медно-колчеданных и полиметаллических руд может определить рентабельность применения подземного выщелачивания (Г.П. Подзноев, Т.Э. Видусов, П.В. Панкратьев и др. 1992г).

Таким образом, широкое применение КВ и ПВ при разработках месторождений драгоценных и цветных металлов, даст новый толчок в социально-экономическом развитии восточной части Оренбуржья.

#### *Список литературы*

- 1. Кучное выщелачивание золота – зарубежный опыт и перспективы развития \ \ справочник под редакцией В.В. Караганова и Б.С. Ужкенова. – Москва-Алма-Ата, ВИЭМС и ТОО «Геоцентр», 2002.-288с.*
- 2. Свиблов В.В., Гуманский В.И., Гуров В.А., Гребнев Г.С., Тагильцев В.С.. Четвертак И.А. Опытные работы по подземному выщелачиванию никеля из силикатных руд // журнал «Недропользование – XXI век » 2 от 31.07. 2009г.*

# ОРЕОЛЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ГОРНЫХ ПОРОДАХ ЯМАН-КАСИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Калинина О.Н. , Черняхов В.Б.

Оренбургский государственный университет, г.Оренбург

Яман-Касинское месторождение располагается на восточном крыле Блявинской структуры, находящейся в центральной части Медногорской металлогенической зоны.

Участок сложен силурийскими вулканогенными породами преимущественно основного состава, вмещающими субвулканическое тело кислого состава предположительно девонского возраста и несущее оруденение. В основании толщи вулканогенных пород залегают мелкозернистые диабазы, темноцветные минералы которых замещены хлоритом, эпидотом, карбонатом. Мощность этой пачки горных пород достигает 100 м. На дневную поверхность она не выходит. Выше диабазы сменяются базальтовыми туффитами и их туфами с многочисленными прослоями других разновидностей вулканогенно-осадочных пород. Мощность этих горных пород в среднем составляет 200 м. На дневную поверхность они также не выходят. Завершает толщу основных пород пачка диабазовых и базальтовых порфиритов, для которых характерны подушечные отдельности. Мощность этой пачки около 300 м. Диабазовые и базальтовые порфирита выходят на дневную поверхность и слагают значительную часть участка, обрамляя его. Венчает рассматриваемую толщу пачка пород, сложенная дацитовыми порфирами. Это мелкозернистая порода, основная масса которой перекристаллизовалась в аллотриаморфный агрегат кварца с включениями альбитизированного полевого шпата. Мощность этой пачки около 100 м.

Центральную и восточную части участка занимают субвулканические тела, называемые соответственно Центральное и Восточное Яман-Касинское. Ширина этих тел составляет около 400 м, они пересекают весь участок с севера на юг и уходят за его пределы. Западный контакт Центрального Яман-Касинского тела имеет крутое западное падение, а Восточный — сначала пологое, а затем также крутое западное падение. Указанные субвулканические тела сложены дацитовыми, липарито-дацитовыми и липаритовыми порфирами, причем две последние разности преобладают.

Физико-механические свойства пород рассматриваемого участка, наименее затронутых гидротермально-метасоматическими процессами, характеризуются следующими показателями: породы субвулканической фации девона имеют эффективную пористость — 1,60—1,90 %; коэффициент уплотнения — 2,3—2,9 %; породы эффузивной фации силура — соответственно 2,20—7,0 % и 5,6—14,8 %. Под воздействием гидротермально-метасоматических процессов свойства пород существенно меняются. Породы эффузивной фации под воздействием окварцевания и гематитизации резко снижают проницаемость. Так, при повышении содержания кварца и гематита

до 20 % эффективная пористость снижается до 0,9 %, т. е. почти в 10 раз. В меньшей степени (в два раза) уменьшается и коэффициент уплотнения. В то же время увеличение содержания хлорита, карбонатов, серицита, цоизита в породах субвулканической, фации до 40—45 % резко увеличивает их проницаемость. Пористость измененных пород возрастает до 11,6 %, коэффициент уплотнения — до 45,0 %, т. е. относительно слабоизмененных разностей возрастает в 10 и более раз.

Руды рассматриваемого месторождения локализируются в пределах Центрально-Яманкасинского субвулканического тела на участке сочленения Западного рудного разлома и Западного пологого нарушения. В разрезе оно представляет асимметричное чечевицеобразное тело с загнутыми краями. Здесь четко выделяется основное тело, сложенное сплошными рудами и являющееся в плане изометричным; размер 150 м в ширину и 150 м в длину; средняя мощность — 12 м. Раздвиг (до 80 м) приурочен к месту сочленения Западного рудного разлома с Западным пологим нарушением. По падению тело прослежено на 150 м. Западный контакт четкий, прямолинейный и совпадает со швом Западного рудного разлома. Кровля рудного тела фиксируется Западным пологим нарушением. Северная, восточная и южная части рудного тела представлены вкрапленными рудами. Последние оконтуривают основное рудное тело и создают сложную систему апофиз различной протяженности и мощности. Переход от сплошных руд к вкрапленным и, наконец, к минерализованным зонам происходит без резких границ, что обуславливает растянутые очертания этой части рудного тела. По мере удаления от основного рудного тела, особенно на север, отмечаются многочисленные мелкие тела, представленные вкрапленными рудами. В связи с этим общая протяженность рудной части месторождения с севера на юг достигает 350 м.

Рудное тело месторождения — слепое. Максимальное приближение к дневной поверхности вкрапленных руд в восточной части составляет 30 м, а сплошных — 50 м. достигая на флангах участка 130 и более метров. В контуре основного рудного тела вскрыты многочисленные реликты вмещающих пород. Среди них различаются реликты осадочно-вулканических пород, захваченные при внедрении субвулканических тел. Рудная масса выполняла прежде всего зоны нарушения, затем раздробленные тонкослоистые породы. Руды месторождения, как уже указывалось выше, сплошные и вкрапленные. Последние развиты преимущественно в лежащем боку. По мере удаления от Западного разлома наблюдается смена: сплошные руды — промышленные вкрапленные руды — непромышленные густые вкрапленные — убогие вкрапленные.

Фоновое значение рудных элементов в горных, породах участка составляет: Cu в диабазах —  $7 \cdot 10^{-3}$  %; в липарито-дацитовых порфирах —  $1,4 \cdot 10^{-3}$  %; Zn — 5,5 и  $6,1 \cdot 10^{-3}$  %; Co — 1,8 и  $0,2 \cdot 10^{-3}$  %; Pb — 0,3 и  $0,8 \cdot 10^{-3}$  %.

Величина дисперсии содержаний отмеченных элементов колеблется в пределах 1,6—3,6. Распределение рудных элементов в породах Яманкасинского месторождения, как и для большинства других изученных рудных

объектов Южного Урала, подчиняется логнормальному закону. Отмеченный характер распределения является, результатом накопления рудных элементов в условиях неустойчивого химического равновесия. Этим распределение рудных элементов существенно отличается от распределения породообразующих элементов [1].

На Яман-Касинском месторождении выявлены ореолы ряда элементов. Наибольший интерес представляет рассмотрение ореолов основных элементов—индикаторов колчеданных месторождений Cu, Zn, Pb, Ag, Co, являющиеся к тому же экологически опасными. Ореолы As, Mo, являющихся также элементами-индикаторами, не рассматриваются, так как аномальные содержания этих элементов в коренных породах палеозоя участка встречаются редко. Максимальные значения их составляют у As  $10 \cdot 10^{-3} \%$ , у Mo —  $0.1 \cdot 10^{-3} \%$ .

Ореолы Cu прослеживаются во всех пачках пород, слагающих участок. Наиболее обширные и интенсивные они в центральной части участка, в пределах субвулканического тела. В разрезе ореол Cu напоминает сложное линзообразное тело, наклоненное к горизонту. Относительно рудного тела ореол асимметричен, полностью приурочен к лежащему боку рудного тела и частично развивается далее вдоль его восточного простирания (восстания). Размеры ореола в срезе достигают  $150 \cdot 300$  м. Истинная протяженность ореола в срезе ни по восстанию (эрозионный срез), ни по падению не известна. Однако и в этом случае площадь ореола в разрезе превышает сечение рудного тела в 10 раз. Внутреннее строение ореола очень сложное. Фактически это поле огромного числа мелких ореолов, имеющих линзообразную или ленточную форму. Максимальные размеры последних  $10 \cdot 300$  м. Сплошное ореольное поле отмечается только в непосредственной близости к рудному телу. Абсолютное содержание Cu в рассматриваемом разрезе ореола колеблется от нижнеаномальных значений до  $50 \cdot 10^{-3} \%$ . Коэффициент аномальности ( $K_a$ ) не превышает 10. Максимальные концентрации элементов наблюдаются в непосредственной близости к рудному телу. В контуре рудного тела содержание Cu достигает первых процентов. На уровне эрозионного среза пород палеозоя ореолы Cu формируют поля в западной, центральной и восточной частях участка. Приурочены они к зонам нарушения или их узлам. Морфология ореолов и их внутреннее строение также крайне сложны. Размер центрального ореола (поля), отвечающего проекции рудного тела на поверхность, не совпадает с его конфигурацией, но соизмерим с ним по площади. Концентрация Cu в ореолах на уровне эрозионного среза не превышает величины  $30 \cdot 10^{-3} \%$ ,  $K_a$  снижается до 6. В целом содержание Cu в этих ореолах ниже в два раза относительно более глубоких горизонтов пород палеозоя.

Ореолы Zn по своему пространственному расположению, морфологии,  $K_a$  и другим параметрам однотипны с ореолами Cu. В целом ореольное поле Zn также имеет линзообразную форму. Относительно рудного тела оно резко смещено в сторону лежащего бока. Мощность ореольной зоны Zn висячем боку рудного тела — 30 м, в лежащем — 130 м. По восстанию и падению

протяженность поля достигает 180 м. Таким образом, размеры ореольного поля Zn 160×360 м, т. е. несколько шире, чем ореольное поле Cu. Внутреннее строение ореольного поля Zn сложное. Основная часть его приурочена к субвулканическому телу. Однако ограниченные по размерам и слабоконтрастные ореолы Zn отмечаются и среди диабазов. Абсолютные содержания Zn в ореольном поле достигают весьма высоких значений —  $1000 \cdot 10^{-3} \%$ , что в 20 раз превосходит содержание Cu. В рудном теле это соотношение не превышает двух. Наиболее высокие концентрации Zn отмечаются вблизи рудного тела. На дневную поверхность ореолы Zn пробиваются по ослабленным зонам и в целом повторяют конфигурацию ореолов Cu. Относительно контура рудного тела центральный ореол Zn уже и отвечает простирацию зоны нарушения. Абсолютное содержание Zn в этих ореолах не превышает  $50 \cdot 10^{-3} \%$ ,  $K_a$  равен 10, он существенно ниже, чем на глубоких горизонтах пород.

Ореолы Pb также ограничиваются преимущественно контурами субвулканического тела, и по своему характеру аналогичны ореолам основных рудообразующих элементов. Однако ореольное поле еще более асимметрично относительно рудного тела и резко смещено в сторону лежачего бока и по его восстанию. Внутреннее строение ореольного поля Pb сложное. Сплошной ореол отмечается только до 40 м от контура рудного тела. Остальная часть поля представлена разрозненными маломощными (до 1 м) ореолами на уровне нижнеаномальных значений. Отличительной чертой ореольного поля Pb является его слабая контрастность,  $K_a$  равен 5. Абсолютное содержание этого элемента не превышает  $5 \cdot 10^{-3} \%$ , т. е. содержание Pb в ореоле в 200 раз ниже, чем содержание Zn. Содержание Pb в рудном теле также низкое —  $30 \cdot 10^{-3} \%$ . Тем не менее высокая степень корреляции Pb с Zn, а также с Cu на месторождении сохраняется. Коэффициенты корреляции между указанными элементами соответственно составляют +0,78 и +0,55. Узкий, ореол Pb с содержанием  $10 \cdot 10^{-3} \%$  отмечен к западу от рудного тела на контакте пород субвулканической фации с экранирующими диабазами. На уровне эрозионного среза пород палеозоя ореольное поле Pb выходит на поверхность, главным образом вблизи рудного тела и к востоку от него. Поле это имеет вид «причудливо» изогнутой ленты, сопровождающей серию ослабленных зон. Абсолютное содержание Pb в этих ореолах достигает  $10 \cdot 10^{-3} \%$ . Относительно более глубоких горизонтов пород палеозоя оно выше в два раза, что обусловлено процессами гипергенеза.

Ореолы Ag создают поле сложного строения в толще пород палеозоя в центральной части участка. Поле ореолов этого элемента также резко асимметрично и сдвинуто по восстанию вверх. Абсолютное содержание Ag в ореолах колеблется в диапазоне  $0,03—0,3 \cdot 10^{-3} \%$ . Содержания  $0,3 \cdot 10^{-3} \%$  отмечаются только на контакте с рудным телом. В контуре рудного тела содержание элемента не превышает  $5 \cdot 10^{-3} \%$ ,  $K_a$  равен 10. На дневную поверхность ореолы Ag выходят к востоку от контура рудного тела. Здесь выделяется несколько локальных слабоконтрастных ореолов с содержанием  $0,1 \cdot 10^{-3} \%$ . Основными путями миграции Ag в верхние горизонты пород

палеозоя по-прежнему являются ослабленные зоны. Одна из таких зон фиксируется на поверхности полосой бурожелезняковых образований.

Ореолы Со образуют слабоконтрастное поле вблизи корневой части ореольной зоны месторождения. Ореолы Со прослеживаются как в породах основного, так и среднего состава. Содержание металла в них не превышает  $3 \cdot 10^{-3} \%$ ,  $K_a$  равен 4. Такие же слабоконтрастные ореолы Со выходят и на дневную поверхность, главным образом в западной части участка.

Пространственное распределение ореолов рассмотренных элементов позволяет наметить определенную зональность. В корневых частях ореольной зоны развиты ореолы Со, на уровне рудного тела ореолы — Cu и Zn, на этом же уровне и далее по восстанию — ореолы Pb. Выявленная зональность на Яман-Касинском месторождении совпадает с зональностью, установленной для большинства колчеданных месторождений Урала.

Основными носителями рудных элементов в рассмотренных ореолах являются сульфиды, среди которых основное значение имеют пирит, халькопирит, сфалерит, галенит. Исследования ряда сульфидных минералов субвулканической фации месторождения показали, что с пиритом связаны Cu, Zn, халькопиритом — Cu, вюрцитом — Cu, Zn, тетрадимитом — Cu; Zn, Ag и т. д. В диабазах носителями рудных элементов, кроме указанных минералов, являются гематит, хлорит и др.

Значительный интерес представляет вопрос о формировании эндогенных ореолов рассматриваемого месторождения. Видимо, формирование последних, а также самих рудных тел шло в несколько этапов. Основная часть рудных элементов в ореолы была привнесена гидротермальными растворами, поступающими по узкому каналу, расположенному в западной части участка. Инфильтрационные и диффузионные процессы, подчиняясь градиенту давления, температуре, степени подготовленности ореоловмещающей среды, обусловили формирование ореолов на значительной площади [3].

В связи с хлоритизацией, серицитизацией и связанным с этим увеличением проницаемости пород наиболее благоприятной средой для развития геохимического ореола оказалась центральная часть субвулканического тела. Вмещающие это тело толщи диабазов в силу своих физико-механических свойств, существенное влияние на которые оказали окварцевание и гематитизация, имели экранирующее значение. Первоначальное направление ореолообразующих растворов было довольно крутое, согласное с падением западного нарушения ( $50^\circ$ ), а затем приобрело почти горизонтальное ( $80^\circ$ ) восточное направление. Подвижность элементов в ореоле определяется размерами радиусов гидратированных ионов: Со (3,65) — Zn (3,42) — Cu (3,35) — Pb (2,58) — Ag: (1,45). Именно такая последовательность наблюдается в пространственном расположении ореолов. Однако зональность нередко нарушается.

В верхней краевой части ореоловмещающей среды были созданы благоприятные условия для рудоотложения. Видимо, значительная часть рудной массы имеет не гидротермальное, а осадочное происхождение.

Резкая асимметричность ореольной зоны на данном месторождении, развитой преимущественно в лежачем боку рудного тела, также говорит в пользу этой точки зрения. Конечно, ореольная зона могла не развиваться в висячем боку рудного тела месторождения из-за малой эффективности пористых пород в верхней части субвулканического тела, представляющих монолитную «глыбу». В рельефе она проявляется положительными формами.

Интенсивная тектоническая деятельность, последующие процессы метаморфизма обусловили существенные преобразования рассмотренного первичного (сингенетического) ореола. Видимо, в это время произошли осложнение верхней части ореола и выход его на дневную поверхность. Эта преобразованная часть ореола может рассматриваться как эпигенетическая. Для Яман-Касинского месторождения этот вопрос также является важным и требует специальных работ.

Согласно выше приведенным данным о физико-химических свойствах пород участка можно судить о экранирующей роли пород, перекрывающих рудные зоны. Поэтому, не смотря даже на наличие тектонических зон, геохимические ореолы, которые окружают рудные тела, слабо проявлены на дневной поверхности пород палеозоя.

Судя по вышеприведенным данным, максимальное содержание элементов на дневной поверхности палеозоя не превышает значений: Cu – 30; Zn – 50; Pb – 10; Co -  $3 \cdot 10^{-3}$ . Относительно значений ПДК они соответственно равны: Cu – 5.5; Zn – 10.0; Pb – 3.2; Co – 6.0, т. е. превышение показателей невелико: Cu – в 5.5 раз; Zn – в 5 раз; Pb – в 3 раза; Co – в 0.5 раз. Таким образом, экологическая ситуация на дневной поверхности этого участка не вызывала особых тревог [2].

Совершенно иная картина сложилась после того как рудное тело месторождения было вскрыто при эксплуатации. Эти данные будут представлены нами в следующем сообщении.

Изложены основные сведения о геохимических особенностях химических элементов Яман-Касинского месторождения типоморфных для медно-колчеданных месторождений и являющихся экологически опасными. Эти материалы могут быть использованы при чтении лекции и ведении лабораторных работ по дисциплинам «Экологи» и «геохимические методы поисков», читаемые в университетах.

#### *Литература*

1. **Баранов, Э.Н.** Эндогенные ореолы колчеданных месторождений / Э.Н. Баранов – М.: Издательство «Наука», 1987. – 217с : ил.

2. **Гаев, А.Я.** Особенности экологии Оренбуржья / А.Я. Гаев – Пермь, 1991. – 180 с : ил.

3. **Черняхов, В.Б.** Геоэкологическая карта Оренбургской области // Сб. трудов Международного симпозиума по прикладной геохимии – Москва, 1997 – с.44-45

# СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ОДНОФАЗНОГО ДВИГАТЕЛЯ С ОТКЛЮЧАЕМОЙ ПУСКОВОЙ ОБМОТКОЙ

Белоусов А.А. Саликов М.П.

Оренбургский государственный университет, г.Оренбург

В таких бытовых устройствах как холодильники, настольные сверлильные и точильные станки, соковыжималки, вентиляторы и др., часто используются однофазные асинхронные двигатели с отключаемой пусковой обмоткой. Такая обмотка используется только при пуске двигателя, а потом отключается. Вращающееся магнитное поле при пуске создаётся токами в рабочей и пусковой обмотках, а сдвиг во времени между токами создаётся повышенным активным сопротивлением пусковой обмотки. Повышают активное сопротивление пусковой обмотки, наматывая её более тонким, чем рабочую проводом. Пусковую обмотку располагают в зубцовой зоне двигателя со сдвигом относительно рабочей обмотки на 90 электрических градусов, как показано на рис.1.

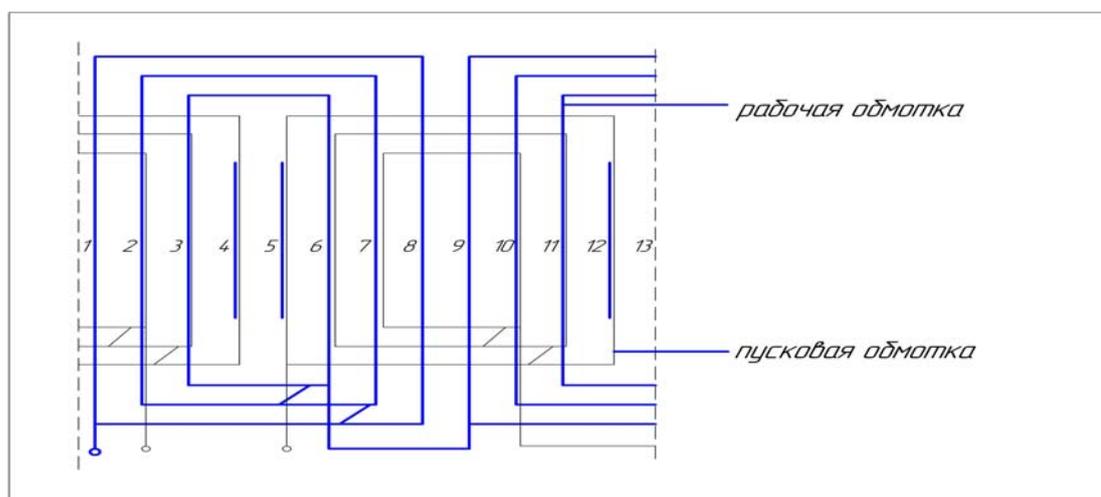


Рисунок 1 - Фрагмент схемы однослойной концентрической обмотки однофазного электродвигателя с отключаемой пусковой обмоткой,  $2p=4$ ,  $Z=32$

Чтобы магнитное поле при пуске было ближе к круговому, пусковую обмотку выполняют с уменьшенным числом витков. Тогда ток в пусковой обмотке при пуске будет сопоставим с током в рабочей обмотке. Но столь большой ток быстро нагревает обмотку из тонкого провода и её через несколько секунд после включения отключают.

Получается так: пусковая обмотка занимает место, а используется лишь несколько секунд при пуске. Поэтому мощность, приходящаяся на единицу массы или единицу объёма у двигателя с отключаемой пусковой обмоткой оказываются меньше, чем у трёхфазного двигателя или однофазного с не отключаемой конденсаторной обмоткой.

«Заставить» работать пусковую обмотку всё время работы электродвигателя позволяет использование схемы, представленной на рисунке 2.

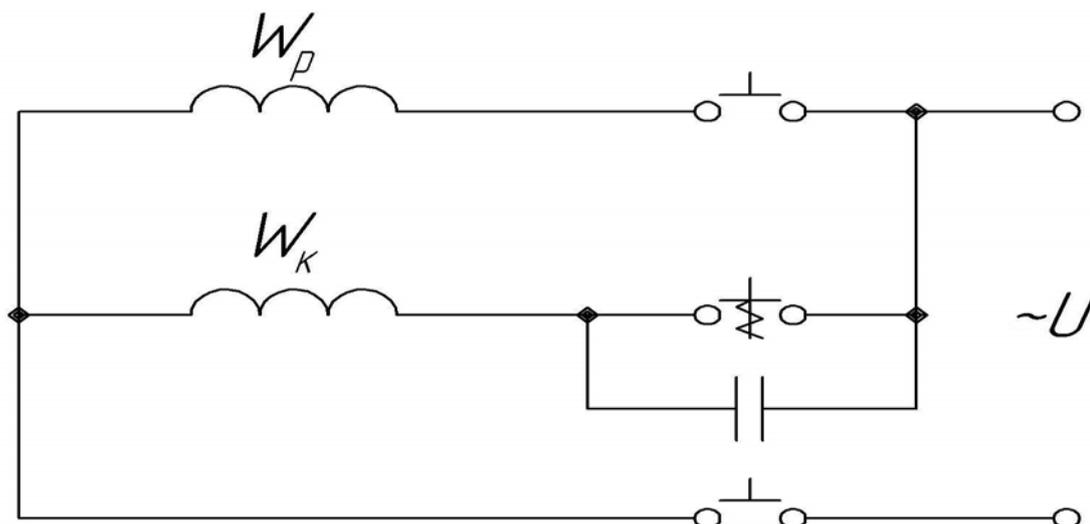


Рисунок 2 – Электрическая схема исследуемого однофазного электродвигателя

Пускается двигатель как обычно. Конденсатор в этой схеме после разрыва подпружиненного контакта обеспечивает угол сдвига между токами в рабочей и пусковой обмотках и одновременно ограничивает ток в пусковой обмотке до безопасной с точки зрения её нагрева величины. Ёмкостный ток пусковой обмотки небольшой и не создаёт достаточный пусковой момент. А после обычного пуска, после отключения подпружиненного контакта, этот ток создаёт дополнительный вращающий момент. Обмотка «работает». Энергоэффективность двигателя возрастает.

Проведённая экспериментальная проверка показала повышение энергоэффективности. Испытывался двигатель с номинальной мощностью 180 Вт, с синхронной частотой вращения 1500 об/мин. Ёмкость конденсатора рассчитывалась исходя из одинаковости плотностей тока в рабочей и пусковой обмотках по соображениям нагрева и составила в опыте 4 мкФ.

Результаты эксперимента представлены в таблице 1.

Таблица 1.

| № опы<br>та | P1,Вт | I <sub>p</sub> ,А | I <sub>к</sub> ,А | I <sub>п</sub> ,А | P2,Вт  | cos φ, | К.П.Д., | P2/m,<br>Вт/кг |
|-------------|-------|-------------------|-------------------|-------------------|--------|--------|---------|----------------|
| 1           | 270   | 1,95              | -                 | 1,95              | 115,2  | 0,629  | 0,427   | 16,46          |
| 2           | 250   | 1,65              | 0,3125            | 1,7               | 115,2  | 0,668  | 0,46    | 16,46          |
| 3           | 300   | 1,85              | 0,3075            | 1,95              | 132,86 | 0,7    | 0,443   | 19,0           |

В эксперименте сравнивались такие режимы работы двигателя:

- с отключаемой пусковой обмоткой и по схеме рис.2, при одинаковой мощности на валу (первые две строки таблицы);
- у двигателя с отключаемой пусковой обмоткой и двигателя по схеме рис.2 одинаковые потребляемые из сети токи (первая и третья строки таблицы).

Как видно из таблицы при первом сравнении, т.е. при одинаковой мощности на валу, потребляемый из сети ток и мощность уменьшились: ток на 12,82%, а мощность на 7,41%. К.П.Д. двигателя возрос на 3,3%. Мощность на валу приходящаяся на единицу массы двигателя возросла с 16,46 Вт/кг до 19,0 Вт/кг. Использование схемы рис.2, также заметно повышает коэффициент мощности, что видно из таблицы.

Эксперимент показал ощутимое повышение энергоэффективности двигателя, подключенного к сети по предлагаемой схеме. Использование конденсатора в этой схеме целесообразно для разрабатываемых приборов и устройств с однофазными асинхронными двигателями с отключаемой пусковой обмоткой, так и в существующих.

#### *Список литературы*

- 1. Лопухина, Е.М., Сомихина, Г.С. Расчёт асинхронных микродвигателей однофазного и трёхфазного тока. –М. –Л.:Госэнергоиздат,1961.-312с.*
- 2. Лопухина, Е.М., Семечуков, Г.А. Проектирование асинхронных микродвигателей с применением ЭВМ: Учебное пособие для вузов.- М.:Высшая школа,1980,-359с.*
- 3. Торонцев, Н.Д.Трёхфазный асинхронный двигатель в схеме однофазного включения с конденсатором.-4-е изд., перераб. и доп.- М.:Энергоатомиздат, 1988.-95с.*

# **ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОТРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ОРЕНБУРГСКОГО УРАЛА (НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МЕДИ И ЗОЛОТА)**

**Панкратьев П.В., Лощинин В.П., Куделина И.В.  
Оренбургский государственный университет, г.Оренбург**

Восточное Оренбуржье обладает значительными запасами твердых полезных ископаемых, главнейшими из которых являются медь, цинк, свинец, молибден, золото, серебро и др. В частности основные запасы меди содержатся на Гайском колчеданно-полиметаллическом месторождении (76 % Cu от общих запасов Оренбуржья), которое, в свою очередь, включает сопутствующие ему проявления золотых руд, добыча благородного металла из которых превышает сотни тонн. Менее значительные месторождения этих руд, такие как Весеннее, Летнее, Осеннее, Зимнее, Джусинское, Левобережное, Исимбайское, Барсучий Лог и др. также эксплуатируются или вводятся в разработку. Ряд довольно крупных проявлений – Блява, Яман-Касы, Комсомольское, Промежуточное в настоящее время уже практически отработаны. Все они по своему стратиграфическому положению в разрезе палеозоя относятся к базальт-риолитовым контрастным формациям девонского возраста.

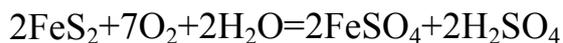
Кроме того в пределах Южного Урала Восточного Оренбуржья развиты средние и мелкие месторождения меди и золота различного возраста и генезиса. Это проявления медистых песчаников (Каргалинская, Мазовская, Салмышская, Губерлинская, Вишневская площади и др.) и молибден-меднопорфировых руд (месторождение Еленовское, рудопроявления Южно-Кокпатинское, Ушкотинское, Тратикольское, Кусемское и др.) в пермских отложениях области.

Значительные месторождения рудного золота находятся в корях выветривания северной части Восточно-Уральского поднятия (Кировское, Каменское, Белозерское) и стратиформные руды в черносланцевых формациях нижнекаменноугольного времени и россыпи (Кумакская золоторудная зона: проявления Васин, Дедушкино, Калугинское, Китчинар, Никольское, Березовый Увал и др.) в южной части этой структуры.

Эксплуатация этих месторождений и добыча из них металлов для промышленного использования на основе применения различных химических реагентов резко ухудшает экологическую обстановку Оренбургского края. Губительное воздействие этих процессов сказывается на жизнедеятельности человека, состоянии почвенно-растительного покрова, водных ресурсов, воздушной среды и т.д.

Особенно сильное влияние на состояние окружающей среды оказывают преобразования рудных месторождений, связанные с их изменением в приповерхностной области. Самыми существенными в этом отношении являются процессы окисления и растворения сульфидов, приводящие к возникновению хорошо растворимых в воде сульфатов. Общую схему

преобразования сульфидов в этой зоне можно проиллюстрировать на примере пирита ( $\text{FeS}_2$ ) – наиболее широко распространенного рудного минерала:



Сульфат железа ( $\text{FeSO}_4$ ) – неустойчивое соединение, а образующаяся серная кислота  $\text{H}_2\text{SO}_4$  усиливает кислотные свойства подземных вод и интенсифицирует процессы окисления.

Высвобождение элементов, в том числе и токсичных, при окислении сульфидов и их миграция в подземные воды может приводить к широкому рассеянию компонентов с последующим концентрированием их в различных объектах окружающей среды. При этом фиксированный разнос в водах колеблется от сотен метров до нескольких километров (5).

На Гайском медно-колчеданном месторождении глубинность выявления скрытого оруденения по эндогенным геохимическим ореолам достигает 1 км. На возможную глубину залегания скрытых рудных тел указывает состав ореолов (их комплексность) и тип зональной колонки (сжатой или растянутой). Надрудные ореолы комплексного состава говорят о наличии рудных тел на глубинах до 500 м, тогда как более глубоко залегающие рудные тела фиксируются ореолами обедненного состава (Cu-Zn, Cu-Pb, Cu, Zn, Pb). Положение скрытых рудных тел в плане определяется в соответствии с залеганием ореоловыводящих структур и может быть смещено относительно надрудных ореолов на значительные расстояния.

Экзогенные геохимические аномалии элементов-индикаторов в почвах, покровных рыхлых отложениях и корях выветривания пространственно и генетически тесно связаны с выходами рудной минерализации и эндогенных ореолов на уровень эрозионной поверхности коренных пород.

В Гайском рудном районе отмечается широкое развитие геохимических аномалий меди, цинка, свинца, занимающих 60% изученной площади. Здесь заметно преобладают аномальные проявления моноэлементного состава (Cu, Zn, в меньшей степени – Pb, Co, Mo); поля биэлементного и более комплексного состава пользуются подчиненным развитием (до 20-30%) изученных площадей.

В пределах рудного поля медно-колчеданного месторождения Весеннее (Домбаровский район) широко развиты закрытые элювиальные ландшафты (пески, суглинки), являющиеся экраном для проявления вторичных ореолов, поэтому наземной съемкой зафиксированы только фрагменты экзогенного ореола. Последний представлен остаточным ореолом в коре выветривания и частично погребенным в почвах. В коре выветривания он соответствует эндогенному ореолу, обнаруживая с ним сходство элементного состава и пространственную связь. Форма его грибообразная с наибольшими размерами в пестроцветном горизонте коры. При этом контрастность зависит от положения коренного источника и мощности коры выветривания. В местах же увеличения контрастность резко падает.

На месторождении Летнее (в том же Домбаровском районе) по данным металлометрической съемки, в пределах открытых элювиальных ландшафтов выявлены два обособленных ореола (300x150 каждый), обладающих концентрациями меди до 0,3%, цинка до 0,04%, свинца до 0,01% и молибдена до 0,0008%.

При рассмотрении положения данных ореолов в связи с существующей ландшафтной обстановкой устанавливается, что юго-восточная часть ореола связана с рыхлыми ландшафтами и является потоком рассеяния. Наличие потока рассеяния по течению балки Чиликты устанавливается в супераквальных и субаквальных ландшафтах. Содержание сульфат-иона в воде колеблется от 77 до 154 мг/л при фоновых содержаниях для района 10-30 мг/л. Воды гидрокарбонатно-сульфатные и характеризуются слабощелочной реакцией (рН=8,2). Над рудными телами в коренных породах фиксируются резко контрастные ореолы рассеяния Cu, Zn, Mo, Co и других элементов. Ореолы Ag и Pb фиксируют площади распространения «шляпных» железняков.

При отработке золоторудных проявлений коры выветривания (Кировское, Каменское, Белозерское и др.) вследствие воздействия образующихся кислотных вод на почвы, содержащих сульфиды, происходит их интенсивное окисление. При этом в воду поступают различные, содержащие серу соединения и металлы сульфидных руд. Их концентрации обычно настолько значительны, что воды зон окисления приближаются к разбавленным серосодержащим растворам (Смирнов, 1995г). Более того окисление сульфидов придаёт этим растворам высокие окислительные и кислотные свойства.

В распределении химических элементов в почвах, природных водах и растениях наблюдается строгая зависимость: 1) от содержания и соотношения их в коренных изверженных, осадочных и метаморфических породах; 2) от характера процессов выветривания и почвообразования (Виноградов, 1937г.; Иванов, 1950г.; Глазовская, 1952г.).

Значительное влияние на переход элементов из рудных тел в растворы оказывают микроорганизмы. Под воздействием бактерий в раствор переходит металлов в несколько тысяч раз больше, чем при простом окислении. Многие выносимые в процессе окисления элементы накапливаются в донных илах, особенно при наличии в них гидроокислов железа и марганца и органического вещества. Наблюдается рост содержания рудных элементов в почвах и растениях. Растения можно сравнить с мощными насосами, перекачивающими минерализованные растворы на дневную поверхность. Отмирание зеленой массы растений приводит к повторному и часто более сильному загрязнению тяжелыми металлами поверхностного слоя почв, а ее сжигание к загрязнению атмосферы.

В областях влияния зон окисления сульфидных месторождений отмечено угнетающее, а иногда и губительное воздействие высвобождающихся из рудных минералов токсичных элементов на растительные сообщества. На площадях медных месторождений Южного Урала встречаются участки, лишенные растительности. К гибели растений приводят высокие концентрации мышьяка в почвах на золоторудных месторождениях. Избыток марганца

вызывает серую пятнистость овса, избыток меди, цинка и кобальта – появление белых омертвевших пятен на листьях растений, а молибдена - задержку в росте и т.д.

Развитие гидрогеохимических и биогеохимических ореолов рассеяния рудных компонентов значительно расширяет области влияния месторождений на окружающую среду, а высокая миграционная способность многих токсичных элементов сказывается на ухудшении общей экологической обстановки в области.

Отработку месторождений, как правило, ведут подземным или открытым (карьерным) способами. При подземной отработке на поверхность поступает относительно мало раздробленной породы или руды. Однако и этого количества извлекаемого материала достаточно, чтобы нарушить естественное состояние окружающей среды в районе действующих горнорудных предприятий. Породы, вмещающие рудные тела, всегда в той или иной мере обогащены металлами. Они остаются на поверхности в виде отвалов, которые являются источниками захламления территорий и возможного извлечения из них токсичных элементов в результате окисления и выщелачивания (5).

Серьезной проблемой являются рудничные воды, которые часто значительно обогащены рудными элементами, в том числе и токсичными.

При открытой разработке месторождений карьерами происходит значительное нарушение поверхности и резко возрастает масса извлекаемой породы. В местах отработки появляются большие объемы отвалов породы, которая из-за низких содержаний в ней рудных компонентов не идет на переработку. Практикуемое использование подобной породы для строительных целей и дорожных покрытий также может привести к ухудшению экологической обстановки, при этом неблагоприятные последствия могут проявиться через значительное время.

Применение взрывных работ в карьерах приводит к резкому увеличению разноса рудного материала, часто выпадающего на значительном расстоянии от места отработки.

Масштабы карьерных разработок почти на всех меднорудных предприятиях Восточного Оренбуржья значительны. Поэтому из хозяйственного оборота выключаются значительные площади. Чтобы как-то уменьшить неблагоприятные последствия от эксплуатации рудных месторождений, в последнее время начинают использовать другие системы отработки. Например, выщелачивание рудных минералов (в простом варианте – серной кислотой) и извлечение полезных компонентов из раствора путем сорбции. Этот способ применяется при подземном (без извлечения руды из недр) и кучном (складируется извлеченная руда) выщелачивании. Здесь возникают экологические проблемы, связанные в основном с контролем за движением раствора. При хорошей организации работ экологические последствия при данном способе отработки можно свести к минимуму.

Экологические проблемы возникают и при отработке россыпных месторождений. Особенно это касается амальгамного способа извлечения золота с использованием ртути (при смачивании ртутью золото образует

амальгаму и в таком виде отделяется от пустой породы и песка). Этот способ добычи прост и эффективен, но приводит к значительному загрязнению окружающей среды. В районах золотодобычи ртуть накапливается в почвах, донных отложениях водоемов, растениях и воздухе. У людей часто обнаруживаются признаки ртутной интоксикации (2,3,4).

Проблема загрязнения окружающей среды ртутью актуальна и для Южного Урала, где используется еще амальгамный метод. Поэтому долины многих малых рек и их притоков к настоящему времени насыщены техногенными отвалами, содержащими то или иное количество ртути. В то же время оценка этих содержаний и возможных путей миграции ртути на площадях отработки россыпей в настоящее время практически нет, а широко развернувшееся лицензирование природных и техногенных россыпных месторождений золота и отсутствие соответствующего контроля может значительно усложнить экологическую обстановку.

При существующей тенденции роста объемов мировой добычи большинства металлов ожидается дальнейшее увеличение неблагоприятного воздействия последствий отработки рудных месторождений на окружающую среду (1,2,3,4,5).

В связи с этим принятие решения об освоении того или иного месторождения (кроме требований экономической целесообразности) должна предшествовать проработка проблем его комплексного освоения на принципиально новых технологических решениях, максимально уменьшающих неблагоприятные экологические последствия процессов добычи и переработки минерального сырья и хранения отходов (5).

#### Список литературы

1. **Мустафин С.К., Минигазимов Н.С., Зайнуллин Х.Н. и др.** Проблемы ртутной безопасности Южного Урала // *Экологические проблемы промышленных зон Урала. Т.1. – Магнитогорск: МГМА, 1998, с.148-154.*

2. **Оболенский А.А., Озерова Н.А., Васильев В.И.** Природные источники ртути в России// *Химия в интересах устойчивого развития. 1995Т.3, №1-2.С. 11-22.*

3. **Росляков Н.А., Кириллова О.В.** Ртутное загрязнение при добыче золота в России.// *Химия в интересах устойчивого развития. 1995.Т.3, №1-2. С. 43-56.*

4. **Сухенко С.А.** Экологические проблемы использования ртути при добыче золота: обзор мировой литературы// *Химия в интересах устойчивого развития. 1995. Т.3, №1-2. С. 43-56.*

5. **Сотников В.И.** Влияние рудных месторождений и их отработки на окружающую среду// *Науки о земле. Новосибирск. 2007. С.32-47.*

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОЛОТА В НЕФТЯХ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ: НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ

Пономарева Г.А., Панкратьев П. В.

Оренбургский государственный университет, г.Оренбург

В последнее время все больший интерес исследователей привлекает микроэлементный состав нефтей. Концентрации металлов в нефтях, природных битумах и нефтепродуктах могут достигать промышленных значений, в то время как наличие некоторых из них в значительной степени осложняет процессы нефтепереработки. Уровень развития современного аппаратного обеспечения на сегодня таков, что позволяет определять свыше 60 элементов в достаточно широком диапазоне их содержаний. Важную роль играют ртуть, медь, ванадий, никель, а также золото, добываемые в настоящее время из нефти. Золото представляет интерес в связи с проведением работ по изучению золотоносности углеродсодержащих пород: битуминозных формаций, черных сланцев, металлоносных углеродистых метасоматитов и взаимодействия нефти – и металлогенеза /1/.

Нами изучались нефти месторождений Оренбургской области, находящихся в пределах Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. По данным /2/ месторождения нефти приурочены к Камско-Кинельской системе прогибов, Татарскому и Башкирскому сводам, Восточно-Оренбургскому поднятию и северной прибортовой зоне Прикаспийской впадины – крупным структурным элементам восточной части Волго-Уральской и северной краевой части Прикаспийской нефтегазоносных провинций. Нефтегазоносны девонские, каменноугольные и пермские отложения. Определенные перспективы в этом отношении имеют и осадочные толщи ордовика.

На территории Оренбургской области установлены палеозойские и мезозойские осадочные образования, покоящиеся на метаморфических и магматических породах кристаллического фундамента архейско-раннепротерозойского возраста /2/.

Для определения золота в лаборатории физических методов исследований кафедры геологии Оренбургского государственного университета использовали метод атомно-абсорбционного анализа с электротермической атомизацией. Анализ выполнен на спектрометре «МГА - 915». Принцип действия спектрометра основан на использовании метода Зеemanовской поляризационной спектрометрии с высокочастотной модуляцией, который является одним из вариантов селективного атомно-абсорбционного анализа. Аналитические сигналы регистрировали на мониторе управляющего компьютера в режиме быстрой графики. Результаты обрабатывали на компьютере при помощи фирменного пакета программ. В качестве аналитического сигнала регистрируется величина интегрального сигнала. Форма соответствующего импульса атомизации и сигнал неселективного поглощения, а также вычисленные с помощью предварительно установленной градуировочной зависимости абсолютные (в пг) и относительные (в мкг/дм<sup>3</sup>)

содержания золота отображается на дисплее компьютера. В графитовую кювету раствора вносили с помощью микропипеток «Биофит» емкостью 20 мкл. Сравнительно низкое содержание других металлов позволяло пользоваться растворами сравнения на основе хлоридов благородных металлов.

В таблице 1 представлены физико-химические свойства нефтей месторождений Оренбургской области /2,3/, а также полученные результаты содержания золота в них.

Вахитовское, Родниковское, Донецко-Сыртовское месторождения расположены в пределах Восточно-Оренбургского сводового поднятия (ВОСП). По кристаллическому фундаменту оно относится к юго-восточной части Русской (Восточно-Европейской) платформы.

Месторождение Вахитовское относится к наиболее крупным месторождениям биогермного массива. В разрезе его преобладают биогермные кораллово-строматопоровые известняки и вторичные кавернозно-пористые доломиты, покоящиеся на архейском кристаллическом фундаменте. Характерно блоковое строение фундамента, где блоки разделены разломами /2,3/. Месторождение многокупольное и многопластовое, открыто семь залежей нефти в пластах Д<sub>кт</sub>, Д<sub>1</sub>, Д<sub>5-1</sub> и Д<sub>5-2</sub>. Нефтеносность связана с карбонатными и терригенными продуктивными пластами, приуроченными к отложениям девонской системы. По своим характеристикам нефть изученного образца (пласт Д<sub>1</sub>) легкая, среднесернистая с незначительным содержанием смол и асфальтенов. Содержание золота в нефти составляет 1 мг/т (таблица 1).

По данным /2,3/ наиболее благоприятными участками для формирования литолого-стратиграфических залежей явились северные ответвления от основных палеорусел или изгибы их в том же направлении, благодаря чему и создавались условия для возникновения замкнутых ловушек. Родниковское месторождение и является характерным представителем этого типа – самое крупное и продуктивное среди подобных. Большинство залежей нефти в пласте Д<sub>3</sub> расположены в эрозионных зонах. С врезами напрямую связаны пространственное положение, толщина и продуктивность базального песчаного пласта Д<sub>3</sub>, лежащего в основании ардатовских отложений. Нами изучался образец нефти пласта Д<sub>3</sub>. Содержание смолисто-асфальтеновых веществ - 19,9 %, серы - 2,5 %. Плотность составляет 0,866 г/см<sup>3</sup>. Золота обнаружено в количестве 6 мг/т (таблица 1).

Исследуемый образец с Донецко-Сыртовского месторождения взят с Колганской толщи Д<sub>3</sub> Донецкого купола с глубины 3501 м, пласты-коллекторы Д<sub>кт 3</sub>, терригенные /2,3/. Плотность нефти 0,829 г/см<sup>3</sup>, содержание смол и асфальтенов 13,6 % и серы – 0,86 %. Золота в изученном образце установлено 9 мг/т (таблица 1).

Таблица 1 – Физико-химические свойства нефтей

| Структуры 1-го порядка                                | № п/п | Месторождения   | Продуктивный горизонт, свита, возраст  | Глубина, м | Плотность, | S, % | Смолисто-асфальтовые вещества, % | Парафины, % | Золото мг/т |
|---|-------|-----------------|--|------------|------------|------|----------------------------------|-------------|-------------|
| Восточно-Оренбургское сводовое поднятие               | 1     | Вахитовское     | D <sub>3</sub> , пашийские, D <sub>1</sub> , терригенные                         | 3393       | 0,836      | 1,07 | 6,22                             | 8,07        | 1           |
|   | 2     | Родниковское    | D <sub>3</sub> , пашийские, ДЗ, терригенные                                      | 2784       | 0,866      | 2,5  | 19,9                             | 3,2         | 6           |
|   | 3     | Дон-Сыртовское  | Донецкий купол D <sub>3</sub> , Колганская толща D <sub>кт 3</sub> , терригенные | 3501       | 0,829      | 0,86 | 13,6                             | 4,4         | 9           |
| Бузулукская впадина: северный район; южное погружение | 4     | Бобровское      | C <sub>1</sub> , турнейские, T <sub>1</sub> , карбонатные                        | 2780       | 0,829      | 1,18 | 12,74                            | 5,76        | 5           |
|   | 5     | Твердиловское   | C <sub>1V</sub> , бобриковские, терригенные (угленосные морские)                 | 2465       | 0,868      | 1,21 |                                  |             | 1           |
|   | 6     | Лебяжинское     | D <sub>3</sub> , пашийские, D <sub>1</sub> , терригенные                         | 3960       | 0,803      | 0,29 | 10,4                             | 9,7         | 6           |
|   | 7     | Загорское       | D <sub>3</sub> , пашийские, D <sub>0</sub> +D <sub>1</sub> , терригенные         | 4003       | 0,773      | 0,48 | 2,67                             | 3,73        | 5           |
| Южный склон Татарского свода                          | 8     | Султангуловское | D <sub>3</sub> , пашийские, D <sub>1</sub> , терригенные                         | 2300       | 0,885      | 1,65 | 29,61                            | 3,84        | 3           |
|   | 9     | Красноярское    | C <sub>1</sub> , турнейские, карбонатные   | 1680       | 0,86       | 2,1  | 15,53                            | 4,54        | 7           |
| Соль-Илецкий свод                                     | 10    | Оренбургское    | P <sub>1</sub> , артинские + C <sub>2</sub> , карботатные (оторочка)             | 2100       | 0,840      | 0,8  | 10,8                             | 2,7         | 15          |

Месторождения нефти Бобровское, Твердиловское, Загорское и Лебяжинское территориально приурочены к Бузулукской впадине. Бобровское месторождение является одним из крупных в Оренбургской области и представляет собой месторождение биогермно-шельфовой зоны. Ловушками служат локальные куполовидные антиклинальные складки. Промышленная нефтеносность выявлена в отложениях башкирского яруса, окского надгоризонта, бобриковского горизонтов, турнейского яруса. Пласт  $T_1$  турнейского яруса сложен карбонатными отложениями (темносерые, трещиноватые известняки). Нефть этого пласта характеризуется низкой плотностью (0,829 г/см<sup>3</sup>), средним содержанием серы (1,18 %) и повышенным содержанием смолисто-асфальтеновых веществ (12,74 %) /2,3/. Золота в нефти этого пласта обнаружено 5 мг/т (таблица 1).

В Оренбургской области Мухано-Ероховский прогиб охватывает значительную часть западной территории, а в нефтегазоносном отношении он представляет собой один из наиболее крупных нефтедобывающих районов области. Мухано-Ероховский прогиб, представляя собой внутриформационную (верхний девон + нижний карбон) отрицательную структуру, выделяется в виде широкой (70-90 км) ванны с высокими (300-350 м) бортами (Мирчинк, Хачатрян и др., 1965). В центральной части Мухано-Ероховского прогиба на Самаркинском валу находятся межпластовые залежи нефти и газа Твердиловского месторождения. Образец нефти взят с терригенного пласта Бобриковского горизонта, имеет плотность 0,868 г/см<sup>3</sup>, серы - 1,21 % /2,3,5/, содержание золота составляет 1 мг/т (таблица 1).

В пограничных регионах Бузулукской впадины с Восточно-Оренбургским сводовым поднятием выявлен ряд нефтяных месторождений, в том числе и Загорское и Лебяжинское, они объединяются основными базисными продуктивными пластами  $D_1$  пашийского и  $D_{IV}$  воробьевского горизонтов в единое месторождение, которое разделено условной линией. Пласт  $D_1$  пашийского горизонта является основным объектом разработки месторождения, так как в нем сосредоточены основные запасы нефти. Строение пласта чрезвычайно неоднородно. В некоторых разрезах пласт представлен монолитным слоем песчаников либо расчленен 1-3 прослоями алевролитов, отмечаются разрезы, в которых количество песчаных прослоев достигает 5-8, и они разделены прослоями алевролитов и аргиллитов относительно большой толщины. Песчаные пропластки и прослои плотных алевролитов не имеют четкого пространственного распространения, они часто расщепляются и сливаются, но отдельных линз песчаных пород коллекторов практически нет (Кузнецов В.И., и др., 1998). Эти нефтяные месторождения прямо связаны с разрывной тектоникой в доверхнефранском разрезе. Ловушки и нефтяные залежи Загорского и Лебяжинского месторождений прижаты к разломам, нешироким, гребневидным, протянувшимся на расстояние 5 – 10 км и таким образом, имеют тектонический генезис /2,3/. Однако образцы нефти Лебяжинского и Загорского месторождений значительно различаются по своим свойствам: плотность – 0,803 и 0,773 г/см<sup>3</sup>; сера – 0,29 и 0,48 %; смолисто

асфальтеновые вещества – 10,4 и 2,67 % соответственно. При этом значения содержания золота близки – 6 и 5 мг/т (таблица 1).

Сунталгуловское и Красноярское месторождения находятся на Южном склоне Татарского свода на Большекинельском валу, заложение, формирование и становление которого происходило в условиях многократных тектонических подвижек блоков фундамента по древним швам, омоложение которых продолжалось вплоть до наших дней. Это послужило причиной возникновения антиклинально-грядовых форм рельефа сквозного характера. Сунталгуловское месторождение в структурном отношении является ассиметричной брахиантиклинальной складкой линейных размеров, осложненной более мелкими куполами. Южное крутое крыло переходит в разлом /2,3,6/. Нами изучалась нефть пашийского горизонта ( $D_3$ ) продуктивного терригенного пласта  $D_1$  (таблица 1), содержание золота в нем 3 мг/т.

Промышленная нефтеносность Красноярского месторождения связана с пластами бобриковского, пашийского и подольского горизонтов и турнейского яруса. Основные запасы сосредоточены в пластах в бобриковском горизонте и турнейского яруса. Объекты представлены терригенными и карбонатными породами. Формирование франских, фаменских и турнейских карбонатных отложений Большекинельского вала обязано накоплению органогенных отложений значительной мощности в пределах бортовых зон Мухано-Ероховского прогиба. Определяющий фактор в формировании ловушек – тектонический. Это подтверждается разведанной нефтенасыщенностью пашийских песчаников внизу и турнейских известняков вверху (Берман А.В. и др., 2007) /6/. Нефть имеет плотность  $0,86 \text{ г/см}^3$ , содержание серы составляет 2,1 % и смолисто асфальтеновых веществ - 15,53 %, содержание золота – 7 мг/т (таблица 1).

Оренбургское месторождение обеспечивает более 82 % общей добычи нефти по Оренбургской области. Месторождение приурочено к Соль-Илецкому своду, расположенному на южном склоне Волго-Уральской антеклизы, в зоне сочленения Прикаспийской синеклизы и Предуральского краевого прогиба. Продуктивными являются отложения от нижнепермских до среднекаменноугольных включительно. В пределах западной части газоконденсатная залежь окаймляется нефтяной оторочкой в «плойчатых» доломитах филлиповского горизонта. Нефть этого пласта характеризуется низкой плотностью ( $0,840 \text{ г/см}^3$ ), средним содержанием серы (0,8 %) и повышенным содержанием смолисто-асфальтеновых компонентов (10,8 %) /2,3/. Золота обнаружено самое большое количество по сравнению с нефтями других Оренбургских месторождений – 15 мг/т (таблица 1).

Анализ полученных материалов позволяет выявить некоторые закономерности распределения золота в нефтях и дать предварительную оценку отдельным факторам, влияющим на их металлоносность. Решающим из них является направленность в изменении физико-химических свойств нефтей и как следствие региональная площадная обогащенность металлами нефтей определенных нефтегазоносных районов. Полное описание физико-химических свойств нефтей перечисленных месторождений приводится в работе /3/.

Анализ данных по месторождениям Оренбургской области /3/ показывает, что по своим физико-химическим свойствам нефти палеозойских отложений Оренбургской области отличаются большим разнообразием. Имеются и легкие нефти (плотность  $0,762 \text{ г/см}^3$ ) и тяжелые (плотность  $0,891 \text{ г/см}^3$ ), малосернистые (0,29 %) и с содержанием серы до 2,5 %. Содержание смол и асфальтенов также колеблется в широких пределах – от 1,47 % до 29,61 %. Н.Ф. Ионова и М.Н. Чикин (1967) отмечают, что изменение физико-химических свойств нефти наблюдается по стратиграфическому разрезу отдельных месторождений, но закономерной связи качества нефти с возрастом стратиграфических горизонтов на отдельных месторождениях не установлено. Изменение же качества нефти по площади подчиняется определенной закономерности – с погружением продуктивных пластов в южном направлении нефти в них становятся более легкими и менее сернистыми.

Нижележащие горизонты могут содержать более тяжелые нефти и наоборот. На Красноярском нефтяном месторождении, приуроченному к Большекинельскому валу, например, нефть пашийского горизонта имеет большую плотность, чем нефть турнейского яруса, в свою очередь нефть турнейского яруса обладает большей плотностью, чем нефть бобриковского горизонта. А нефть артинского яруса имеет плотность больше, чем нефть уфимского вышележащего яруса.

На Султангуловском и других месторождениях Большекинельского вала наблюдается похожая корреляция между плотностями нефти рассмотренных горизонтов.

Нефти Оренбургских месторождений девона, как правило, обладают повышенной плотностью, повышенным содержанием серы и смолисто-асфальтеновых веществ. Основные запасы нефти девона сосредоточены в северных районах области. Промышленные залежи приурочены к пласту пашийского горизонта  $D_1$ . Плотность этого пласта меняется от  $0,773 \text{ г/см}^3$  до  $0,885 \text{ г/см}^3$  Загорского на юге и Султангуловского месторождений на севере области и содержание серы от 0,48 % Загорского месторождения до 2,5 % Родниковского.

Нефти каменноугольных отложений по своему качеству более разнообразны. Качество нефти изменяется и по стратиграфическим горизонтам на отдельных площадях и по простиранию продуктивных пластов. Следует отметить закономерность – улучшение качества нефти по отдельным горизонтам с погружением последних.

Рассмотренные примеры зависимости плотности нефти от содержания в ней серы и смолисто-асфальтеновых веществ позволили в свое время выделить зоны различного качества нефти по всем продуктивным горизонтам /7/.

Зависимость содержания золота от геохимических характеристик нефти на наших примерах показывают, что ранговые коэффициенты корреляции содержаний золота с плотностью ( $R = - 0,23$ ), сернистостью ( $R = - 0,18$ ), содержанием смол и асфальтенов ( $R = 0,16$ ) незначимы (таблица 2).

Это можно объяснить малым фактическим материалом (в области эксплуатируется около ста месторождений нефти, а нами проанализированы

только десять). Хотя по отдельным месторождениям корреляция явно просматривается (Родниковское, Красноярское, Оренбургское и др.), таблица 1. Например, на Лебяжинском и Загорском месторождениях содержания золота: 6 и 5 мг/т соответственно, что коррелирует с плотностью нефти – 0,803 и 0,773 г/см<sup>3</sup>. Несмотря на то, что нефти на Лебяжинском и Загорском месторождениях имеют низкую плотность по сравнению с нефтями других изученных месторождений, содержания золота в них близки к средней величине – 6 мг/т. Возможно это связано с действием других факторов, например, разрывной тектоникой.

Таблица 2 Корреляционные зависимости между содержанием золота, стратиграфической глубиной и физико-химическими свойствами нефтей Оренбургской области

| Параметр                        | Au    | Плотность | Глубина | Смолисто-асфальтеновые вещества | Сера  | Парафины |
|---------------------------------|-------|-----------|---------|---------------------------------|-------|----------|
| Плотность                       | -0,23 | 1         |         |                                 |       |          |
| Глубина                         | -0,15 | -0,74     | 1       |                                 |       |          |
| Смолисто-асфальтеновые вещества | 0,16  | 0,81      | -0,6    | 1                               |       |          |
| Сера                            | -0,18 | 0,80      | -0,6    | 0,78                            | 1     |          |
| Парафины                        | -0,38 | -0,37     | 0,25    | -0,27                           | -0,18 | 1        |

Определенное влияние на содержание в нефтях золота и их состав оказывают условия их формирования и литология вмещающих отложений. С терригенными отложениями связаны обычно более легкие нефти, менее смолистые и малосернистые [1]. Среднее содержание золота в нефтях терригенных коллекторов – 4,43 мг/т, а карбонатных – 9 мг/т (см. таблицу 1). Нефти карбонатных коллекторов Оренбургской НГО содержат золота почти в 2 раза больше.

В заключение можно сделать следующие выводы.

Обнаружено постоянное присутствие золота в нефтях месторождений Оренбургской области.

Установлена определенная зависимость содержания золота от глубины, плотности, смолисто-асфальтеновых веществ.

Выявлена зависимость содержания золота от литологии вмещающих пород и его повышенного содержания в карбонатных коллекторах по сравнению с терригенными коллекторами на месторождениях Оренбургской области. Это может быть использовано для корреляции залежей на объектах исследования.

Список использованных источников.

1 **Попова Н.В.** Некоторые особенности распределения золота в нефтях Ленно-Тунгусской нефтегазоносной провинции / Н.В. Попова // Геология нефти и газа, 1995. - № 9. – с. 29 – 35.

2 Геологическое строение и нефтегазоносность Оренбургской области. – Оренбург: Оренбургское книжное издательство; 1997 – 272 с.

3 **Шарапова И.И.** Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации / И.И. Шарапова, Е.А. Коломенская, А.В. Коломенская. Под ред. В.Г. Рубан. Выпуск 60. Нефть, том V Уральский регион. Комитет РФ по геологии и использованию недр. Российский федеральный геологический фонд. Для служебного пользования. – Москва. – В № 9. – 1996. – 602 с.

4 **Колесов Р. П., Ляпустин Б. А.** "Отчет о результатах работ методом становления магнитного поля в бассейне рек Самары в Новосергиевском, Переволоцком, Александровском и Оренбургском районах в 1965 (Верхне-Самаркинская электроразведочная партия №14/65)". 1965. ОГК ОГУ

5 **Хальзов А.А.** О литологических залежах нефти в бобриковском и радаевском горизонтах и осевой зоне Мухано-Ероховского прогиба / А.А. Хальзов, А.Е. Баженов в сб. научных трудов «ОренбургНИПИнефть» Геология, разработка и обустройство нефтяных и газовых месторождений Оренбургской области. – Оренбург: ОАО «ИПК «Южный Урал», 2007. 208 с. С 68-71.

6 **Берман А.В.** Новые нефтеперспективные объекты франско-турнейских отложений Красноярского и Султангулово-Заглядинского месторождений / А.В. Берман, М.Н. Персиянцев, Г.Д. Яхимович, И.А. Кузнецов в сб. научных трудов «ОренбургНИПИнефть» Геология, разработка и обустройство нефтяных и газовых месторождений Оренбургской области. – Оренбург: ОАО «ИПК «Южный Урал», 2007. 208 с. С 18-23.

7 **Ионова Н.Ф.** Качественная характеристика нефти Оренбургской нефти в связи с прогнозной оценкой запасов / Н.Ф. Ионова, Чикин М.Н. в кн. Материалы по геологии и полезным ископаемым Оренбургской области. Вып. 1. – Челябинск: Южно-Уральское кн.изд., 1967. – С 128 – 138.

## ЭКЗОГЕННЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ НА ТЕРРИТОРИИ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

Судариков В.Н., Калинина О.Н.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

На нашей планете непрерывно происходят процессы, под воздействием которых изменяется лик Земли. Эти геологические процессы подразделяются на эндогенные (глубинные) и экзогенные (внешние, поверхностные).

В семидесятые и восьмидесятые годы прошлого столетия по договору с Оренбургским геологическим объединением изучением эндогенных геологических процессов (ЭГП) занимались саратовские геологи во главе с кандидатом геолого-минералогических наук В.А. Горяиновым. [1]

Подобная служба в самом Саратове была создана в связи с необходимостью мониторинга интенсивного размыва берегов Саратовского водохранилища и опасностью проявления оползневых процессов.

Саратовский регион характеризуется развитием рыхлых осадочных отложений, значительной расчлененностью рельефа с большим базисом эрозии.

В результате этих работ составлены геологические отчеты, в которых освещены все виды ЭГП на территории Оренбургской области, интенсивность их развития и распространения. Были изучены типы карстовых процессов, все имеющиеся пещеры, выделены карстовые площади, уделено внимание и рудному карсту. [2]

В географическом атласе Оренбургской области сотрудники института степи во главе с А.А. Чибелевым на примере Кзыл-Адырского карстового поля описали ярко проявленный процесс карстообразования в сульфатных отложениях кунгурского яруса пермской системы.

Мониторинг ЭГП в Оренбургском регионе возродился в 1997 году и завершился в 2002 году в государственном предприятии, которое в настоящее время носит название «Вотемиро».

Эндогенные процессы обусловлены колоссальной магматической деятельностью, приводящей к тектоническим изменениям в земной коре - складчатости, разрывным нарушениям, вулканическим извержениям, землетрясениям, образованиям гор, массивов пород, островных дуг, океанских впадин и т. д.

Экзогенные процессы протекают в самых верхних слоях земной коры.

Экзогенные и эндогенные процессы проявляются медленно, за исключением землетрясений, извержений вулканов. В результате проявления этих процессов формируются разнообразные месторождения полезных ископаемых: угли, нефть, горючие газы, соли, которые в значительной мере образовались за счет экзогенных процессов, в том числе и строительные материалы.

Эндогенные и экзогенные процессы проявляются непрерывно и одновременно. В формировании земной коры и ее поверхности преимущественное значение имеют эндогенные процессы. Зато экзогенные

процессы обуславливают разрушение возникших неровностей земной поверхности, нивелируют их и перемещают разрушенный материал из возвышенных мест в пониженные, с суши - в море. Там, где выше рельеф местности, тем интенсивнее проявляются экзогенные процессы и, в первую очередь, смещается рыхлый материал.

В этом постоянном взаимодействии эндогенных и экзогенных процессов проявляется все разнообразие морфологических типов поверхности на Земле.

Разрушение суши и удаление разрушенного материала текучими водами, ветром и другими экзогенными силами называются денудацией. Накопление этих продуктов разрушения (как правило, в более пониженных местах) называется аккумуляцией.

Под современными экзогенными геологическими процессами (ЭГП) понимают такие процессы, которые происходят в поверхностных сферах Земли за последние 10-12 тыс. лет под влиянием энергии Солнца, сил гравитации, энергетических ресурсов гидросферы, атмосферы, биосферы и в том числе социально - экономической деятельности человеческого общества. Условия возникновения ЭГП, закономерности и скорости их развития обусловлены совокупностью факторов (геологических, геоморфологических, климатических, антропогенных и т. д.). Переплетения этих факторов представляют сложную систему.

Необходимость изучения современных ЭГП обусловлена тем, что такие процессы, как сели, оползни, карст, эрозия, засоление и другие, приводят к последствиям, наносящим значительный ущерб сельским, промышленным объектам и населенным пунктам.

К основным видам ЭГП, развитым на территории Оренбургской области, можно отнести следующие: эрозия плоскостная, эрозия овражная, эрозия речная, абразия, дефляция и эоловая аккумуляция, суффозии и просадки, карст, заиление, подтопление, засоление, осыпи, оползни, выветривание, антропогенез.

**Эрозия плоскостная** (или плоскостной смыв) - занимает обширные пространства; максимальное ее проявление в Оренбуржье отмечена в Бугульминско-Белебеевской возвышенности, возвышенностях Общего Сырта и на Низких горах Южного Урала. Здесь наблюдается максимальная расчлененность и большие площади склонов разной крутизны, что приводит к смыву рыхлых грунтов с поверхности атмосферными осадками. На ровных водоразделах и на ровных пространствах степей (особенно на Уральско-Тобольском плато) проявление процесса минимально. Наиболее подвержены этому процессу пахотные земли, что приводит к невосполнимым потерям плодородного слоя в области. Косвенно об интенсивности проявления плоскостной эрозии можно судить по аккумуляции почв в логах и балках.

**Эрозия овражная** (или линейная эрозия). Территория области может быть в целом отнесена к категории умеренной расчлененности. Развитие оврагов в большей степени наблюдается в центральной и западной частях области, характеризующихся наибольшей расчлененностью. В Низких горах

наблюдается густая разветвленная балочная сеть. Оврагов здесь почти нет, как нет их практически и в Зауральской равнине.

Овраги в основном старые, но их рост в замедленном темпе продолжается; растут и их отвержки. Реже отмечается достаточно интенсивный рост молодых оврагов. Образование и рост большинства молодых оврагов инициируются антропогенной деятельностью. В следствии этого, в большей степени молодые овраги образуются около поселков, автострад, железных дорог, плотин, сокращая полезные площади поселков, пастбищ, посевов и т.д. Вдоль шоссе часто наблюдаются кюветные овраги. Отмечаются единичные случаи развития оврагов в коренных породах - известняках (западнее Ириклинского водохранилища), песчаниках (восточнее станции Сакмара). В целом, процесс оврагообразования в нашей области довольно медленный и активизация его не несет взрывной характер. Тем не менее, отмечаются единичные случаи стремительного развития оврагов - это южнее пос. Нуштайкино (Бугурусланский район), к востоку от пос. Биккулово на высоком крутом южном берегу реки Большой Юшатырь, к востоку от станции Сакмара.

**Эрозия речная** (или боковая эрозия) проявляется по берегам крупных рек Урал, Сакмара, Самара, Илек и в меньшей степени в других. В реках отмечается меандрирование и вследствие этого происходит плановое смещение русел, приводящее к размыву берегов и разрушению находящихся на этих берегах лесов, лугов, дорог, водозаборов, построек и других хозяйственных объектов. Особенно это заметно во время паводков.

Зафиксированы случаи весьма интенсивного размыва берегов рек, достигающего скорости до 5 и более метра в в год. Подобное наблюдалось в районе центре Илек - здесь много домов смыто в реку Илек; вблизи г. Оренбург - у пос. Весенний берег Урала подобрался к построенным коттеджам. В дачном массиве «Дубки» смыты в Урал несколько дач; подобное положение и в дачном массиве на восточном берегу реки Сакмара вблизи устья; на станции Кандуровка южный берег Сакмары разрушил сараи жильцов; разрушаемый южный берег реки Большой Юшатырь (восточнее пос. Биккулово) подбирается к автостраде, идущей в пос. Октябрьский. В окрестностях пос. Октябрьский так же интенсивно разрушаются берега этой же реки. Там, где берега укреплялись большим объемом скальных пород, размыв прекращался. Подобное отмечалось в поселках Никитино, Федоровка, расположенных на южном берегу Сакмары.

В случаях, когда течения рек замедляются, преобладают процессы аккумуляции - образуются в руслах острова, дополнительно намываются пляжные пески. Подобные явления, в частности, наблюдались на реках: Ток - западнее пос. Верхнее Игнашино, Дема - севернее пос. Дема.

Яркий пример аккумуляции происходит на севере Ириклинского водохранилища. Здесь действует модель «река - море». Урал с севера, впадая в рукотворное море, образовал дельту, перекрывшую третью часть акватории северной ванны водохранилища.

**Абразия** - переработка берегов. Наиболее ощутимо этот процесс проявляется на берегах Ириклинского водохранилища. Переработке подвергаются в основном береговые участки, сложенные неустойчивыми образованиями: глинистой корой выветривания, песками и глинами неогенового возраста, четвертичными терригенными песками, глинами, суглинками. Размытые породы служат исходным материалом обмеления водохранилища. В меньшей степени абразия отмечается на других водохранилищах: Ушкотинском, Кумакском, Сорочинском.

В настоящее время степень абразии на Ириклинском водохранилище незначительна. Более заметен этот процесс у прибрежных поселков: Уртазым, Покровка, Чапаевка, Энергетик. У пос. Уртазым берега были укреплены.

**Дефляция и эловая аккумуляция.** В связи с повсеместной распашкой земель часто в летний период проявляется ветровая эрозия в виде пыльных бурь. Ветровой режим Оренбургской области в значительной степени благоприятствует развитию дефляционных процессов. Эрозионно-опасные почвы занимают огромные пространства на востоке и юге области (восточнее меридиана г. Гай и на Урало-Илекском междуречье и, как правило, приурочены к плато и пологим склонам). На участках надпойменных террас, в сложении которых превалирует песчаный материал, под влиянием ветра образуются массы перемещаемых песков. Они встречены на правобережье р. Илек, в приустьевых частях рек Кинделя, Иртек и Боровка, отчасти на правобережье рек Орь и Самары. В результате рекогносцировочных обследований установлено, что в настоящее время массивы песков закреплены травянистой и древесной растительностью и находятся в стабильном состоянии. Это, вероятно, обусловлено серией последних дождливых сезонов и щадящим режимом выпаса скота из-за сокращения поголовья.

**Суффозии** и просадки развиваются одновременно и практически не отделимы друг от друга. Основная часть этих просадок встречается восточнее г. Орска и является характерным элементом степного ландшафта. Некоторые из них залиты водой и представляют собой озера. Реже просадки распространены в западной части площади и приурочены, в основном, к долинам рек. В инженерно-геологическом отношении площади просадок являются неблагоприятными, но представляют собой хорошие пастбища.

**Карст.** В условиях Оренбургской области проявлены в основном следующие виды карста: галогенный, сульфатный, карбонатный. В пределах Предуральяского прогиба и в бортовой зоне Прикаспийской впадины выявлены ядра соляных куполов, имеющих диапировый характер. На современную денудационную поверхность выходит их внешняя часть, представленная гипсами и ангидритами. Карсты соли или гипсовых образований (последние имеют преимущественное распространение) развиты на многих куполах. Карсты подразделяются на открытые и закрытые. Морфологически карсты в рельефе отражены в виде понижений, нередко с замкнутым контуром. Поля развития карста неблагоприятны для хозяйственного освоения.

Карбонатный карст развит более широко, поскольку породы карбонатного состава приурочены к различным стратиграфическим уровням и

встречаются в разных районах области. Выделяются отдельные впадины, выщелоченные полости и поля развития карста. Интенсивность современных карстовых процессов слабая. Наибольшая концентрация карстовых полей отмечается в зоне сочленения платформы с складчатой частью Южного Урала; в меньшей степени - в долине р. Салмыш.

Ярким примером интенсивного карстообразования является Соль-Илецкий соляной рудник. Весной на всей территории рудника образуются десятки свежих воронок. Здесь, при руднике, создана специальная ведомственная инженерная служба, осуществляющая мониторинг карстообразования на руднике и оперативно проводящая профилактические мероприятия.

**Заилению** подвергаются все пруды, водохранилища, отчасти ручьи и речки области. В основном это происходит за счет плоскостной эрозии грунтов и почв со склонов, а также за счет разрушения многочисленных земляных плотин прудов вешними водами. Последнее происходит, к сожалению, с завидным постоянством. Заиление также происходит за счет сбрасывания мусора и навоза в реки, пруды, озера. Подобное наблюдалось в г. Оренбурге, в поселках Абдулино, Нижнеозерное и др.

**Подтопление** обусловлено в основном антропогенными причинами: орошение полей, возведение водохранилищ и полотен дорог, засыпка балок. Подтопление отмечается в г. Светлый, поскольку построен в низком месте - вблизи устья реки Буруктал. В районе Сорочинского водохранилища оказались подтопленными часть прилегающих площадей. В случае стихийно прорванных плотин часто днища спущенных прудов оказываются заболоченными. Подтопление наблюдалось в пос. Нуштайкино Бугурусланского района. Поселок расположен у подножья пологого холма. По склону холма пролегает слабо выраженная в рельефе лощина в направлении поселка. В лощине карьером вскрыты песчано-гравийные смеси, которые стали аккумулировать в себе атмосферные осадки. Подземным стоком воды скатываются в поселок, затопляя огороды и погреба вровень с поверхностью.

**Засоление** - процесс накопления солей в породах и почвах, связанный преимущественно с испарением вод и выпадением и накоплением солей. Засоление приводит к образованию солонцеватых и солончаковых почв и грунтов, площади развития которых неблагоприятны для посевов сельскохозяйственных культур. Солончаковые грунты часто приурочены к площадям обнажающихся глинистых кор выветривания и монтмориллонитово-бейделитовых глин верхнеэоценового возраста. Эти исходные породы являются поставщиками солей, при выпаривании которых (чему способствует засушливый климат области) происходит обогащение их в грунтах.

Засоленные почвы чаще наблюдаются в южных и восточных равнинных районах области. Тем не менее, в них отмечается большое количество пахотных земель. Количество осадков здесь меньше чем в других районах. Развитию солонцово-солончаковых комплексов способствовали так же и антропогенные факторы - неумеренная распашка земель, приводящей к смыву почв и обнажению выщелоченных агрессивных грунтов; техногенное изменение

рельефа (дороги, карьеры, терриконы и др.) Уровень грунтовых вод понизился в восточных районах области в связи с распашкой целинных земель на 20 м и более.

**Гравитационные процессы.** В пределах Оренбургской области наиболее широко обвально-осыпные процессы развиты в районе Низких гор Урала. Крутые склоны карьеров и терриконов также подвержены этому процессу. В настоящее время угрозы народно-хозяйственным объектам эти процессы не представляют.

**Оползни** небольших размеров образуются при боковой эрозии берегов рек. С крутых высоких берегов сползают небольшие блоки пород, подмытые у основания. Оползни наблюдались в Тюльганском карьере, что затрудняло добычу бурого угля. Единичные оползни случались в горах нашей области. Редко в западной части области случались поверхностные оползни (оплывины) на крутых склонах, увалов или оврагов, например у пос. Верхнее Игнашкино (на реке Ток). Оползень был ликвидирован на северном берегу Сакмары за г. Кувандык.

**Выветривание.** В той или иной степени выветриванию подвержены почти все породы, выходящие на дневную поверхность или скрытые под покровом неоген - четвертичных отложений. Выветрелые породы широко распространены в области.

Конечные глинистые продукты выветривания отмечаются в складчатой восточной части Оренбургского Урала, особенно в Зауральском пенеплене. Площади их выходов на дневную поверхность неблагоприятны для сельскохозяйственных угодий, так как способствуют образованию солонцовых грунтов.

Современное выветривание пород продолжается на водораздельных пространствах и представлено маломощными элювиальными образованиями. Состав элювия близок составу исходных пород.

**Антропогенез** является одним из мощных экзогенных геологических процессов, изменяющим в больших масштабах территорию региона. Разрастающиеся города, техногенез, коммуникации, всеобщая распашка земель, мелиорация, создание прудов, водохранилищ, множество карьеров и терриконов с гигантскими объемами перемещаемых горных пород, гигантские мусорные свалки существенно (и негативно в большей части) изменили ландшафт, рельеф, флору, гидрогеологические условия, в большей степени на площадях, прилегающих к городам. Все острее ставится вопрос о нормальной питьевой воде во всем мире и у нас в области.

Необходим тщательный мониторинг состояния среды обитания населения, необходима взвешенная целесообразность в антропогенной деятельности, неукоснительное соблюдение охраняемых технологий во всех отраслях народного хозяйства, чтобы не провоцировать неблагоприятное развитие экзогенных геологических процессов.

Отмечается следующая закономерность в проявлении ЭГП в области. В северо-западной и центральной частях области, характеризующихся наиболее расчлененным и возвышенным рельефом и максимальным количеством

осадков, преобладает плоскостная эрозия. В южной и восточной областях, где остро ощущается дефицит атмосферных осадков и преобладает процесс испарения влаги с ровных слабо расчлененных поверхностей (особенно распаханых), преобладают процессы дефляции и засоления поверхностных грунтов и почв. Здесь часто наблюдаются так называемые «пыльные бури», когда сильными ветрами поднимаются в воздух большие массы почв.

Завершая характеристику ЭГП, следует подчеркнуть, что наиболее активны и многочисленны - это боковая (речная) и овражная эрозии, наносящие непосредственный урон различным объектам народного хозяйства, а также - антропогенез.

Все указанные примеры развития ЭГП в Оренбургской области были выявлены в результате личных наблюдений автора при проведении полевых исследований до 2002 года.

**СХЕМА ПОРАЖЕННОСТИ ТЕРРИТОРИЙ АДМИНИСТРАТИВНЫХ РАЙОНОВ  
ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ ЭКЗОГЕННЫМИ ГЕОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ**

Составил: В. Н. Судариков, 2000 г.



*Список литературы*

1. *Горяинов, В.А. и др. Отчет за 1979 г. По теме: Изучение и прогнозирование современных геологических процессов Оренбургской области. Саратовский НИИ геологии - г. Саратов, 1979.*
2. *Горяинов, В.А. и др. Отчет за 1981 г. По теме: Изучение и прогнозирование экзогенных геологических процессов Оренбургской области. Саратовский НИИ геологии - г. Саратов, 1981.*

3. **Горяинов, В.А. и др.** Отчет за 1984 г. По теме: Изучение современных геологических процессов и организация мониторинга ЭГП Оренбургского агропромышленного комплекса (Урало-Самарский бассейн, листы М-40-III и IX, N-40-XXXI и XXXIII в пределах границ Оренбургской области). НИИ геологии СГУ – г. Саратов, 1984.

4. **Горяинов, В.А. и др.** Отчет за 1985 г. По теме: Изучение и прогнозирование экзогенных геологических процессов Оренбургской области (в пределах Оренбургского промышленного района, листы М-40-I, II, III) в 6-ти томах. НИИ геологии СГУ – г. Саратов, 1985.

5. **Зинченко, Л.Е., Судариков, В.Н. и др.** Информационный бюллетень о состоянии геологической среды на территории оренбургской области за 1997 год. Оренбургский территориальный центр государственного мониторинга геологической среды. – Оренбург, п. Нежинка, 1998.

6. **Зинченко, Л.Е., Судариков, В.Н. и др.** Информационный бюллетень о состоянии геологической среды на территории оренбургской области за 1999 год. Оренбургский территориальный центр государственного мониторинга геологической среды. – Оренбург, п. Нежинка, 2000.

7. **Географический атлас Оренбургской области / Сост. А.А. Чибелев** – научный редактор, член-корреспондент РАН. – Москва, 1999.