

УДК 551.24:552.23

**И.Я. Илалтдинов, Г.Ю. Пономарева,
И.В. Бадьянова, Е.М. Томилина**
Пермский государственный национальный
исследовательский университет, г. Пермь

РАЗРЫВНЫЕ ДИСЛОКАЦИИ ЗАКАЗНИКА «ПРЕДУРАЛЬЕ»

Изучение геологического строения и литолого-фациальный анализ отложений заказника «Предуралье» позволили выделить разрывные дислокации, приуроченные к Суксунскому разлому. Рентгенофлуоресцентный и рентгенофазовый анализы рыхлых отложений в зоне разлома Клеповского Лога указывают на процессы выщелачивания, гидролиза и аутигенного минералообразования в виде гидроксидов железа, иллита в результате воздействия низкотемпературных гидротермальных растворов.

Ключевые слова: разрывные дислокации, петрохимический модуль, иллит.

DOI: 10.17072/chirvinsky.2024.59

Авторами получен новый материал по геологическому строению района, широко известного компактным расположением разрезов «классического кунгура» и верхней части артинского яруса. В геологической литературе укрепилось представление о стратотипе кунгурского яруса, расположенном в бассейне р. Сылвы в окрестностях г. Кунгура (от г. Кунгура до с. Усть-Кишерть), описанном А.А. Штукенбергом в 1898 г. Такое же представление о стратотипе имеется в сводке Г.Н. Фредерикса (1932), в работе Н.П. Герасимова и Е.И. Тихвинской (1934) «Классический разрез кунгурского яруса». Участок, охваченный современными исследованиями, включает часть территории заказника Предуралье от Межевого лога на западе до Клеповского лога на востоке.

Заказник «Предуралье» расположен в северной части Уфимского вала на востоке Русской плиты Восточно-Европейской платформы (ВЕП). Уфимский вал располагается напротив Среднего Урала, представляет собой новейшую тектоническую структуру сводового типа. Он хорошо выражен в рельефе новейших структур краевой части Восточно-Европейской платформы. Основными геоморфологическими элементами заказника являются глубоко врезанная (более 100 м) каньонообразная долина р. Сылвы и приподнятая холмисто-увалистая равнина с абсолютными высотами поверхности до 240–250 м. На склонах обнажается

приуральский отдел пермской системы в составе двух ярусов – артинского и кунгурского. Артинский ярус в «Предуралье» представлен окремненными известняками камайской свиты саргинского горизонта. Кунгурский ярус на территории заказника «Предуралье» выделяется в составе саранинского, филипповского и иренского горизонтов. Саранинский горизонт представлен породами рифогенно-аккумулятивного комплекса в составе сылвенской и шуртанской свит. Филипповский горизонт ложится на неровный палеорельеф кровли саранинского горизонта. Филипповская свита обнажается в виде петропавловской и усть-каменской пачек. Иренская свита иренского горизонта обнажается в виде небольших пятен к северу от долины р. Сылвы.

К Уфимскому валу приурочены границы зон наибольшей сейсмичности, которые характеризуют его высокую современную мобильность, связанную с движениями Новейшего Урала [4].

Характер границы сочленения Уфимского вала и Предуральского прогиба известен как Суксунский разлом (рис. 1).



Рис. 1. Положение Суксунского разлома (фрагмент геологической карты Пермского края по Б.К. Ушкову, 2000)

Суксунская дислокация проявляется как мощная зона сближенных нарушений взбросовой кинематики с восточной вергентностью, дополнительно нарушенной сериями северо-восточных сколовых сдвигов. Современные Уральские горы сформировались в плиоцен-чет-

вертичное время. Динамика этого этапа связана с напряжениями сжатия и является отдаленным эхом взламывания платформ вокруг Альпийско-Гималайского пояса [6]. Цитируемая на рисунке 1 геологическая карта – единственная, на которой показаны особенности строения Суксунского разлома на территории заказника Предуралье и в его окрестностях: наличие сдвига и биогермные массивы, вдающиеся в область развития кунгурских песчаников.

В рамках настоящего исследования мы изменили положение Суксунской дислокации, переместив ее на восток, исходя из следующих представлений. Б.И. Чувашов [8] на основании литолого-фациального анализа отложений зоны сочленения Уфимского вала и Сылвенской впадины отметил в Камне Лобач значительное пространственное

сближение разнотипных пород. На правом берегу р. Сылвы между с. Усть-Кишерть и Камнем Лобач обнажаются биогермы сылвенской свиты саранинского горизонта кунгурского яруса (Грибушино, г. Кленовая, к. Лобач и др.). В устье р. Таз вскрыты турбидитовые песчаники кошелевской свиты иренского горизонта кунгурского яруса [9]. Этот факт позволил нам поместить Суксунский взброс и его сдвиговую компоненту между К. Лобач и устьем р. Таз (рис. 2).



Рис. 2. Схема разрывных дислокаций района работ («Предуралье»): I – положение Суксунского разлома с учетом данных Б.И. Чувашова (1984, 1990) и Б.К. Ушкова (2000); II – сдвиги, установленные авторами и рассматриваемые в настоящей работе: IIa – Межевой, IIb – Клеповской

На территории заказника «Предуралье» авторами зафиксированы два тектонических нарушения взбросовой природы небольшой амплитуды (рис. 2). Положение первого связано с Межевым логом, крупнейшим в среднем течении р. Сылвы. Оно установлено литолого-фациальным методом [5]. В устье Межевого лога наблюдается пространственное сближение разнотипных и разновозрастных пород. На его правом склоне прослеживаются рифогенные породы сылвенской свиты саранинского горизонта кунгурского яруса нижней перми. В его левом склоне обнажаются около 10 м окремнелых известняков с остатками кремневых губок камайской свиты саргинского горизонта артинского яруса и 7 м нетипичных для «классического» кунгура глинистых и битуминозных известняков и мергелей дивьинской свиты. Эти породы залегают моноклинально с падением на восток. Обращает на себя внимание, что северо-восточное простирание Межевого лога совпадает с направлением сдвиговой компоненты Суксунского разлома, и Межевой лог следует считать ее продолжением (рис. 2). Карбонатные породы правого берега р. Сылвы настолько трещиноваты, что в них не видна слоистость. Трещиноватость фиксируется по скважинам до глубины 50–60 м.

Вторую сдвиговую разрывную дислокацию можно непосредственно наблюдать в Клеповском логу в 3,5 км к западу от с. Усть-Кишерть. Разлом визуализируется не только как поверхность сместителя, но и как

На территории заказника «Предуралье» авторами зафиксированы два тектонических нарушения взбросовой природы небольшой амплитуды (рис. 2). Положение первого связано с Межевым логом, крупнейшим в среднем течении р. Сылвы. Оно установлено литолого-фациальным методом [5]. В устье Межевого лога наблюдается пространственное сближение разнотипных и разновозрастных пород. На его

целое геологическое тело, состоящее из нескольких смещенных блоков с разными углами и азимутами падения. В основании разреза залегают расланцованные светлые желтовато-серые глинистые известняки шуртанской свиты саранинского горизонта кунгурского яруса. В породах многочисленны зеркала скольжения. Они перекрыты блоком доломитов усть-каменской пачки филипповской свиты. Первично белые доломиты покрыты охристо-желтыми гидроксидами железа. В северной части этого участка (субмеридиональный фрагмент Клеповского лога) белые доломиты находятся в ненарушенном залегании.

Тектонические разрывные нарушения, составляющие один из процессов физического и механического выветривания, приводят не только к дроблению пород в зоне разлома, но и к повышению проницаемости толщи осадочных пород и как следствие к процессам химического выветривания, проявляющимся через гидролиз, гидратацию, окисление, выщелачивание, синтез новых минералов [7].

Проба, отобранная в разломной зоне доломитов Клеповского Лога, представлена охристо-светло-коричневым рыхлым материалом с обломками вмещающей породы. Исследование химического состава фракции менее 0,05 мм пробы по данным рентгенофлуоресцентного анализа показало, что материал представлен сильно ожелезненным дезинтегрированным доломитом с содержанием основных породообразующих окислов (% мас.): CaO (28,69), MgO (10,93), Fe₂O₃ (10,72), SiO₂ (7,77), Al₂O₃ (2,80) (табл. 1). Потери при прокаливании составили 38,01 % мас., что соответствует содержанию CO₂ – 24,046 % мас.

Таблица 1

Химический состав фракции менее 0,05 мм по данным рентгенофлуоресцентного анализа

Компонент	% мас.
CaO	28,69
MgO	10,93
Fe ₂ O ₃	10,72
SiO ₂	7,77
Al ₂ O ₃	2,80
K ₂ O	0,52
P ₂ O ₅	0,14
TiO ₂	0,13
SO ₃	0,08
MnO	0,05
Na ₂ O	<0,01
ППП	38,01

Согласно химической классификации осадочных пород и их аналогов по Я.Э. Юдовичу, М.П. Кетрис [11] осадочные образования с содержанием CO_2 более 20% относятся к типу карбонатолиты. Соотношение $\text{CaO}/(\text{MgO}+\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{MnO})=1,3$, что соответствует диапазону от 2 до 0,8 и указывает на принадлежность исследуемой пробы к классу кальциево-(железо)-магневых (доломитовые и/или анкеритовые породы) карбонатолитов.

Анализ химического состава пробы на основе расчета петрохимических модулей показал, что по большинству модулей: алюмокремниевому, нормированной щелочности, титанового, проба относится к хемотипу нормокарбонатолитов. Лишь по железному модулю она попадает в хемотип суперкарбонатолиты с диапазоном $\text{ЖМ}=3,01-7,00$, при ЖМ в пробе равным 3,68. По щелочному модулю проба ($\text{ЩМ}=0,02$) относится к хемотипу гипокарбонатолиты, характеризующихся весьма низким содержанием окислов натрия и калия $\text{ЩМ}<0,10$.

Гидролизатный модуль (ГМ) предназначен для количественной оценки двух важнейших гипергенных процессов – выщелачивания и гидролиза. При инфильтрации метеорных вод выносятся не только щелочи, но и отчасти кремнезем. Величина $\text{ГМ}=1,76$ в исследованной пробе имеет повышенное значение относительно типичного значения для карбонатных осадков $\text{ГМ}=0,39$, что косвенно свидетельствует о выносе щелочей, кремнезема [12]. При этом в нерастворимом остатке остаются преимущественно гидроксиды железа, что находит отражение в повышенном значении железного модуля ($\text{ЖМ}=3,68$) и минимальном значении щелочного модуля ($\text{ЩМ}=0,02$).

Данные химического анализа пробы подтверждаются результатами рентгенофазового анализа основанного на явлении дифракции рентгеновских лучей от кристаллической решетки минералов. Основным минералом является доломит с содержанием 83,1 % мас., с существенной долей гетита 8,8 % мас. (табл. 2, рис. 3).

Таблица 2

Минеральный состав фракции менее 0,05 мм пробы по данным дифрактометрического анализа

Минерал	мас. %
Доломит	83,1
Кальцит	3,0
Кварц	2,3
Альбит	1,1
Гетит	8,8
Иллит	1,7
Сумма	100,0

Глинистые минералы в изученной пробе на 100 % мас. представлены иллитом. Иллит диагностируется по пикам 10,0 и 5,0 Å, которые не меняют своего положения при обработке ориентированных препаратов.

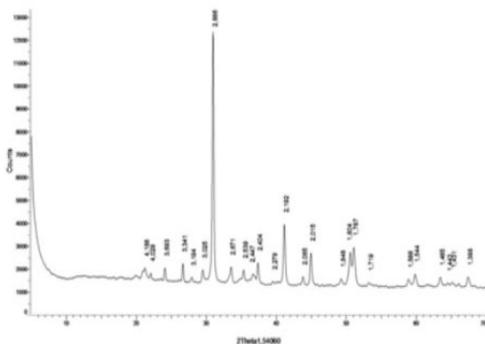


Рис. 3. Дифрактограмма пробы «Клеповской Лог»

В данном образце пик иллита на 10,0 Å в воздушно-сухом ориентированном препарате и после обработки почти идеальный, симметричный.

Иллит в современной классификации обозначен как группа минералов, твердый раствор, образуемый минералами, которые пока неизвестны.

Иллит традиционно встречается среди глин, являющихся продуктами выветривания слюдяных (мусковитовых) сланцев, гнейсов, кварц-серицитовых пород, а в некоторых случаях, как продукт изменения при превращении полевого шпата в каолинит [1]. В нашем случае продуктом изменения являются доломиты усть-каменской пачки филипповской свиты, не содержащие мусковита, подвергающегося гидролизу с образованием гидромусковита (иллита). В некоторых случаях образование иллита связывают с низкотемпературными гидротермальными процессами, где он присутствует в зонах гидротермальных изменений, как аутигенный минерал, что вполне согласуется с тектонической активностью, проявленной в виде сдвиговой разрывной дислокации в доломитах в Клеповском Логу [2,10].

О повышенном содержании гидроксидов железа в рыхлом материале исследованной пробы свидетельствует анализ тяжелой фракции, представленной на 95% агрегатами гидроксидов железа (лимонит). После кипячения в соляной кислоте нерастворимый остаток был исследован методом оптико-минералогического анализа, в котором доля оксидов и гидроксидов железа составляет более 26,4 % мас. Среди минералов тяжелой фракции нерастворимого остатка установлены (мас. %): эпидот (18,0), гематит (16,2), доломит (15,4), магнетит (14,5), слюды (гидрослюда?) (14,5), гетит (6,8), гидрогетит (3,4), циркон (2,6), хлорит (1,7), пирит (0,9), роговая обманка (0,9).

Таким образом, химический и минеральный состав охристо-светло-коричневого рыхлого материала с обломками вмещающей породы косвенно свидетельствует о процессах выщелачивания, гидролиза и аутигенного минералообразования гидроксидов железа и возможно иллита в результате низкотемпературной гидротермальной проработки отложений в зоне сдвиговой разрывной дислокации в доломитах Клеповского Лога.

Библиографический список:

1. Бетехтин А.Г. Курс минералогии. М.: Госгеолиздат, 1951. 542 с.
2. Горбунов Н.Н., Цюрупа И.Г., Шурыгина Е. А. Рентгенограммы, термограммы и кривые обезвоживания минералов, встречающихся в почвах и глинах. М.: Изд-во АН СССР, 1952. 187 с.
3. Мизенс Г.А. Верхнепалеозойский флиш Западного Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 1997. 230 с.
4. Мустафин Ш.А. К новейшей тектонике Уфимского плато // Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий: Материалы VIII Межрегиональной научно-практической конференции. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2010. С. 92–95.
5. Пономарева Г.Ю., Филимонова Т.В., Коссовая О.Л. и др. Учебно-научная база «Предуралья»: тектоника, палеотектоника, стратиграфия, палеонтология / Геология Предуралья (геология, геохимия и геофизика УНБ «Предуралья»): монография. Перм. гос. нац. исслед. ун-т, Пермь, 2017. С. 12–71.
6. Пучков В.Н. Геология Урала и Приуралья (актуальные вопросы стратиграфии, тектоники, геодинамики и металлогении). Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2010. 280 с.
7. Фролов В.Т. Литология. Кн.1: Учебное пособие. М.: Изд-во МГУ, 1992. 336 с.
8. Чувашиов Б.И. О характере сочленения Русской платформы и Предуральского прогиба // Метаморфизм и тектоника западных зон Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1984. С. 111–120.
9. Чувашиов Б.И., Дюпина Г.В., Мизенс Г.А., Черных В.В. Опорные разрезы верхнего карбона и нижней перми западного склона Урала и Приуралья. Свердловск: УрО АН СССР, 1990 г. 412 с.
10. Штрюбель Г., Циммер З. Минералогический словарь. М.: Недра, 1987. 494 с.
11. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Химическая классификация осадочных пород. Сыктывкар: Науч. докл.; Вып. 148, 1986. 34 с.
12. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Основы литохимии. СПб.: Наука, 2000. 479 с.

DISRUPTIVE DISLOCATIONS OF THE PREDURALYE
NATURE RESERVE

I.Ya. Ilaltdinov, G.Yu. Ponomareva, I.V. Badyanova, E.M. Tomilina
Ilaltdinov@psu.ru

The study of the geological structure and lithological-facies analysis of the deposits of the Pre-Ural reserve made it possible to identify fault dislocations associated with the Suksun fault. X-ray fluorescence and X-ray phase analyzes of loose sediments in the Klepovsky Log fault zone indicate processes of leaching, hydrolysis and authigenic mineral formation in the form of iron hydroxides and illite as a result of exposure to low-temperature hydrothermal solutions.

Key words: fracture dislocations, petrochemical module, illite.