

ПРЕНИТ И ПУМПЕЛЛИИТ КАК ИНДИКАТОРЫ ГЛУБОКОГО КАТАГЕНЕЗА ПЕТРОКЛАСТИЧЕСКИХ ГРАУВАКК СРЕДНЕПАЛЕОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОСТОЧНОГО СКЛОНА ЮЖНОГО УРАЛА

Л. В. Кокшина

Характер постседиментационных преобразований осадочных пород зависит от многих факторов, в частности, от состава исходных отложений, на что в свое время обратили внимание А.Г. Коссовская и В.Д. Шутов [2, 8], выделившие фацию катагенеза для разных типов песчаников, в том числе, для граувакк. Но последние тоже являются разнородными,

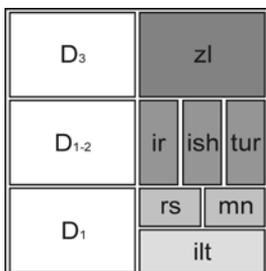


Рис. 1. Схема стратиграфии девонских осадочных комплексов Магнитогорской мегазоны по материалам В.А. Маслова и О.В. Артюшковой [3].

D₁ – нижнедевонские отложения: ilt – ильтабановская толща, rs – рыскужинская толща, mn – мансуровская толща; D₁₋₂ – ниже-среднедевонские отложения: ir – ирендыкская свита, tur – туратская толща, ish – иш-кининская толща; D₃ – верхнедевонские отложения: zl – зилаирская серия.

следовательно, процессы их постседиментационного преобразования протекают различно.

Среди граувакк, распространенных в складчатых областях, существенное значение имеют петрокластические разности (термин В.Н. Шванова [7]), сложенные продуктами размыва вулканогенных комплексов. Такие песчаники на восточном склоне Урала слагают мощные толщи, что позволяет проследить развитие постседиментационного минералообразования.

В качестве объекта для исследования были использованы ниже- средне- и верхнедевонские образования Магнитогорской мегазоны, стратиграфия которых за последние десятилетия хорошо изучена [3] (рис. 1). Песчаники в девонских толщах представлены (по классификации В.Д. Шутова [8]) кварц-полевошпатовыми, полевошпатовыми и собственно граувакками (рис. 2), которые по составу обломков пород соответствуют петрокластической разновидности. Содержание кварца в них колеблется в пределах 5–10%, в некоторых случаях – до 30%, полевых шпатов – 10–50%, обломков пород – от 30–50 до 70–90%. Последние объединяют вулканиды основного состава (от 20 до 50–60%), кислые вулканиды (10–30%), метаморфические породы (5–10%, местами до 20%), силициты (5–25%, в кремневых разностях до 40–50%), известняки до 5%. Вероятнее всего, некоторые из описанных пород по происхождению являются тефроидами [4]. В рассматриваемых песчаниках развит богатый комплекс аутигенных минералов, в том числе кварц, хлориты, эпидот, кальцит, пренит, пумпеллиит, железистый карбонат, халцедон, актинолит, глинистые минералы. Из них наибольшее значение имеют карбонаты (преимущественно кальцит), хлориты, эпидот, кварц, а также пренит и пумпеллиит.

Согласно распространенной точке зрения, пренит и пумпеллиит образуются по вулканокластическим (петрогенным) грауваккам и являются минералами-индикаторами стадий позднего катагенеза и начального метагенеза, граница между которыми принимается неоднозначно [9]. В то же время, свойства и особенности кристаллизации этих минералов изучены недостаточно, особенно в применении к Уралу. Практически единственной работой в этом отношении является большая статья В.М. Нечухина [5], в которой приводятся подробные описания метамор-

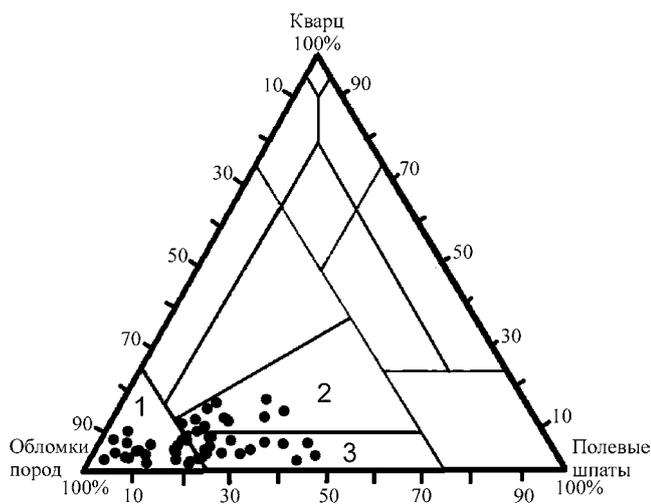


Рис. 2. Диаграмма состава изученных песчаников (по В.Д. Шутову [8]).

1 – собственно граувакки, 2 – кварц-полевошпатовые граувакки, 3 – полевошпатовые граувакки.

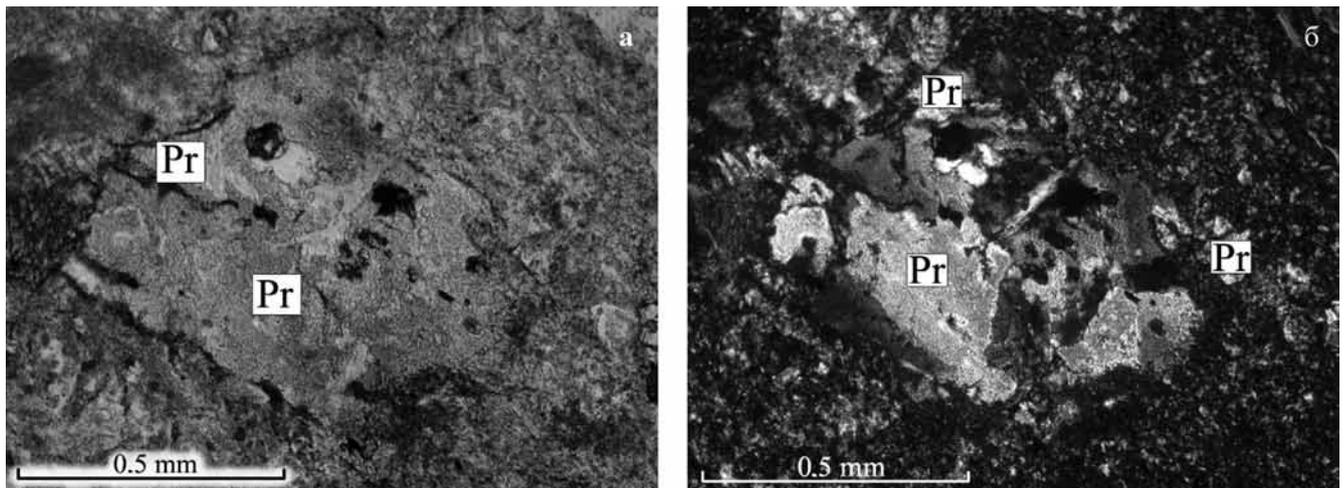


Рис. 3. Лучистый буроватый пренит по плагиоклазу (ильтабановская толща). Слева – николи параллельны, справа – скрещены. Pr – пренит.

фических минералов из зеленокаменных пород, в том числе и описание пумпеллиита. При этом автор выделяет пять минеральных разновидностей этого минерала, основываясь на разнообразии форм выделения и оптические свойства, что возможно, обусловливается различием в химическом составе.

Содержание пренита и пумпеллиита в изученных нами песчаниках изменчивое. Пренит максимальное распространение получил в граувакках нижнего и нижнего-среднего девона (см. рис. 1). В обломочных породах верхнедевонской зилаирской серии (относительно менее измененных) этот минерал развивается эпизодически. Он утрачивает свою значимость и по мере увеличения степени измененности пород. Так, в ниже-среднедевонских рыскужинской толще и ирендыкской свите пренит присутствует лишь в виде чешуек в зернах плагиоклаза и малочисленных неоднородных радиально-лучистых образований, активно замещаемых более поздними минералами – эпидотом и карбонатами (кальцитом, железистым карбонатом).

Пумпеллииты в составе ильтабановской и мансуровской толщ развиты относительно мало, а в ишкининской и туратской – встречаются лишь в единичных случаях. В породах зилаирской серии почти нет пумпеллиитов, здесь развиты хлориты, минералы кремнезема. В то же время, в отличие от пренита, пумпеллиит не теряет своей значимости в ирендыкских и рыскужинских песчаниках, но его состав несколько меняется. В этих толщах преобладает практически бесцветный пумпеллиит в ассоциации с эпидотом и карбонатами.

По морфологическим особенностям и, частично, оптическим свойствам среди пренитов выделяются 4 группы.

1. Небольшие бесцветные чешуи и пластинки, в некоторых случаях розетки. Преобладают сечения размером 0.005×0.015 мм и меньше. Развива-

ется по зернам плагиоклазов, иногда практически полностью их замещает. Встречается в песчаниках всех рассмотренных толщ.

2. Лучистый и радиально-лучистый минерал, неоднородный, буроватый (рис. 3). Преобладающий размер зерен 0.3×0.2 мм, иногда до 0.4×0.4 мм. Развивается либо по цементу и матриксу, либо по обломкам вулканитов. Встречается в незначительных количествах, хотя присутствует во всех изученных толщах. Наиболее характерен для песчаников ильтабановской, туратской, рыскужинской толщ, ирендыкской свиты, а также зилаирской серии.

3. Лучистые и радиально-лучистые агрегаты, однородные, бесцветные (рис. 4). Преобладающий размер зерен 0.15×0.20 мм. Преимущественно ассоциируется с кварцем и пумпеллиитом, развиваясь по обломкам вулканитов и пироксенов. Встречается в песчаниках мансуровской и ишкининской толщ.

4. Шестоватые и радиально-шестоватые сростки (рис. 5). Минерал бесцветный до бурого, однородный. Размер зерен 0.2×0.8 мм. Встречается в песчаниках ишкининской и туратской толщ.

Пумпеллииты тоже неоднородны, хотя по форме выделений они между собой не различаются. Это пластинки, брусочки, тонкозернистые агрегаты (рис. 6). Их разнообразие проявляется в окраске и плеохроизме: Ng – зеленовато-голубой, Np – бесцветный. В случаях, когда минерал развивается по матриксу, цвета более насыщенные; Ng – зеленовато-желтый, Np – бледно-желтый; Ng – слабо синевато-зеленый, Np – бесцветный. Указанные разновидности присутствуют и в описании В.М. Нечухина [5].

Данные рентгенофазового анализа показали, что все разновидности пренитов и пумпеллиитов характеризуются одинаковыми пиками на рентгенограммах. Изучение рассматриваемых минералов с помощью электронного микроскопа позволило уточнить их химический состав, в том числе вли-

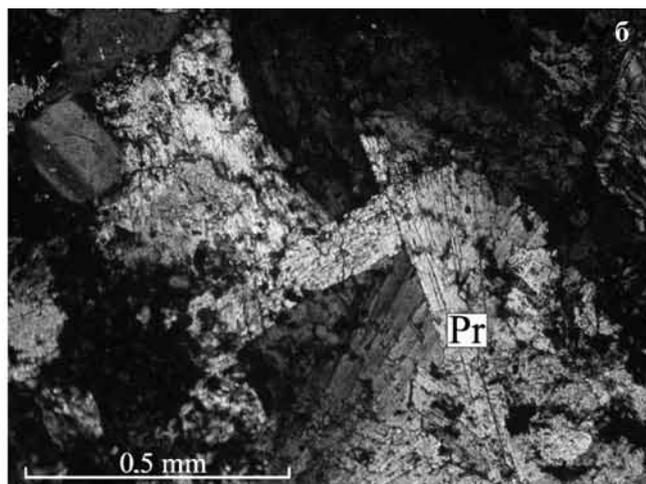
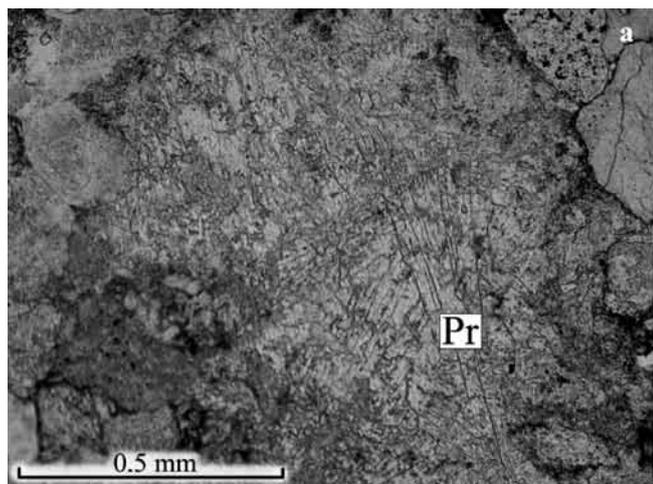


Рис. 4. Радиально-лучистый, однородный, бесцветный пренит в поровом пространстве (ишкининская толща). Слева – николи параллельны, справа – скрещены. Pr – пренит.

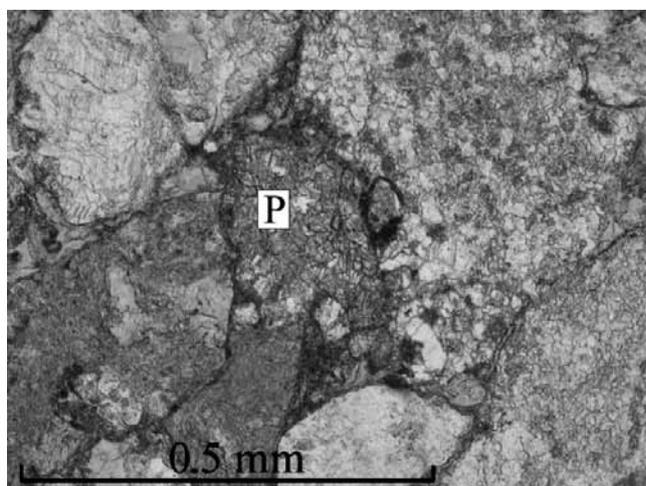
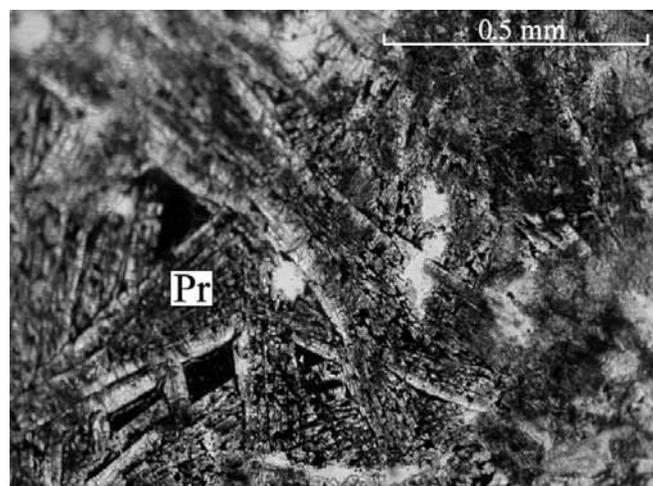


Рис. 5. Шестоватый буроватый пренит в поровом пространстве (ишкининская толща). Николи параллельны. Pr – пренит.

Рис. 6. Брусковидные и неправильные тонкокристаллические агрегаты пумпеллиита с эпидотом и кварцем по пироксену (ирендыкская свита). Николи параллельны. P – пумпеллиит.

яние химического состава на оптические свойства и морфологию выделений, рассчитать кристаллохимические формулы пренитов и пумпеллиитов, а также оценить связь химического состава рассматриваемых минералов с общим петрографическим составом породы. Так, наиболее густоокрашенные в бурые тона прениты имеют относительно повышенное содержание железа (концентрация Fe_2O_3 колеблется в пределах 1.40–1.80 мас. %, реже до 2.60%), хотя для породы в целом не характерна высокая железистость. В то же время, в песчаниках с отчетливым вторичным ожелезнением (с выделениями гидроокислов железа) содержание Fe_2O_3 достигает 4.29%. Вероятнее всего, вторичное ожелезнение связано с высокой первичной железистостью пород. В этих песчаниках развиты также железистые хлориты. Встречаются прениты с повышенным содержанием магния (до 2–2.5% MgO) и,

соответственно – пониженным содержанием кальция, иногда наблюдаются относительно высокие концентрации MnO (до 0.3%).

Связь между оптическими характеристиками и примесями в пумпеллиите не столь показательна. Имеется лишь одна неявная зависимость между содержанием MgO (до 5.47 мас. %) и появлением желтоватого оттенка в окраске пумпеллиита. В целом же пумпеллииты представлены железистыми разновидностями. Общее содержание окислов железа в их составе может меняться от 9 до 15.7%. В.М. Нечухин [5] проводил для двух выделенных им разновидностей пумпеллиита силикатный анализ, благодаря чему он смог отличить закисное и окисное железо. По его данным интенсивная окраска минерала напрямую связана с большим содержанием Fe_2O_3 . К сожалению, электронно-зондовый микроанализ

не дает возможности различить валентность железа, входящего в состав наших проб.

Таким образом, полученные данные позволяют наметить перелом в характере кристаллизации пренитов и пумпеллиитов в составе граувакк Южного Урала, что можно трактовать как границу катагенеза и метагенеза (см. [9]). Имеется в виду активное замещение пренита эпидотом в песчаниках нижне-среднедевонских ирендыкской свиты и рыскужинской толщи (метагенез) в отличие от других изученных породных комплексов (поздний катагенез). Кроме того, степень распространенности пренита и пумпеллиита, наряду с другими признаками, позволяет выделить фации на уровне позднего (глубокого) катагенеза. Так, отложения зилаирской серии, вероятно, следует отнести к ломонитовой фации [1]. Там пренит и, тем более, пумпеллиит развиты эпизодически, а в некоторых разрезах присутствует ломонит. В то же время, отложения среднего девона и некоторых толщ нижнего девона представляют пренит-пумпеллиитовую фацию позднего катагенеза.

На основе полученного материала можно попытаться оценить основные факторы, определяющие степень преобразования пород. Судя по положению в разрезе (см. рис. 1), песчаники верхнедевонской зилаирской серии были погружены на меньшую глубину, чем ниже- и нижне-среднедевонские образования, следовательно, можно предположить, что различный уровень преобразования здесь определяется глубиной погружения. В то же время, высокая степень перекристаллизации пород ниже-среднедевонских ирендыкской свиты и рыскужинской толщи, по-видимому, определяется еще и другими причинами. Вряд ли это влияние тектонического (стрессового) давления, поскольку степень деформации ирендыкских и рыскужинских слоев примерно такая же, как и ильтабановских, мансуровских, ишкининских, туратских. Все эти толщи находятся в одной и той же структурной зоне [6]. Возможно, основным фактором здесь является вещественный состав. Ирендыкские и рыскужинские песчаники сложены только вулканогенным материалом, это тефроиды [4], в то время как состав других рассмотренных толщ несколько более сложный. Они содержат примесь сиалического материала – образовались при размыве вулканических толщ с участием сиалических блоков (энсиалической островной дуги). Здесь сле-

дует отметить также, что Д. Кумбс [10] в Новой Зеландии выделил пренит-пумпеллиитовую метаграувакковую фацию, в составе которой он отмечал кварц-пренитовую зону, разделенную на две ступени: более низкую (с минеральной ассоциацией: кварц, альбит, пренит, пумпеллиит, хлорит, кальцит, сфен, ортоклаз, мусковит) и более высокую (кварц, альбит, хлорит, сфен, актинолит, мусковит, кальцит, стильпноелан, пумпеллиит и эпидот). Он пришел к выводу, что пумпеллиит образуется при значительно более высоком давлении, чем пренит. В то же время, из анализа уральского материала следует, что давление не имело столь значительного и характерного влияния при кристаллизации пумпеллиита.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Коссовская А.Г.* Минералогия терригенного мезозойского комплекса Виллойской впадины и Западного Верхоянья. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 234 с.
2. *Коссовская А.Г., Дриц В.А.* Вопросы кристаллохимической и генетической классификации слюдястых минералов осадочных пород // Эпигенез и его минеральные индикаторы. М.: Наука, 1971. С. 71–95.
3. *Маслов В.А., Артюшкова О.В.* Стратиграфия и корреляция девонских отложений Сибай – Баймакского района Башкирии. Уфа: ИГ УфНЦ РАН, 2002. 99 с.
4. *Мизенс Г.А.* Средне- и верхнепалеозойские обломочные породы юга Урала как индикаторы палеотектонических и палеогеодинамических обстановок // Литология и геология горючих ископаемых. Вып. II (18). Екатеринбург: УГГУ, 2008. С. 183–195.
5. *Нечеухин В.М.* Региональный зеленокаменный метаморфизм вулканогенных пород Баймакского района на Южном Урале // Метаморфизм горных пород главной вулканогенной зоны Урала. М.: Наука, 1969. С. 5–119.
6. *Пучков В.Н.* Палеогеодинамика Южного и Среднего Урала. Уфа: Даурия, 2000. 145 с.
7. *Шванов В.Н.* Петрография песчаных пород (компонентный состав, систематика и описание минеральных видов). Л.: Недра, 1987. 269 с.
8. *Шутов В.Д., Коссовская А.Г., Муравьев В.И. и др.* Граувакки. М.: Наука, 1972. 345 с.
9. *Япаскурт О.В.* Основы учения о литогенезе. М.: МГУ, 2005. 379 с.
10. *Coombs D.S.* Lower grade mineral facies in New Zealand // Intern. Geol. Congr., XXI Sess., p-t. XIII. Copenhagen. 1960. P. 339–351.