

ОБЩАЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ. ГЕОТЕКТОНИКА И ГЕОДИНАМИКА

УДК: 552.5 551.82

Вещественный состав горных пород чурочинской свиты в Вишерском алмазоносном районе Пермского края

Е.М. Томилина

Пермский государственный национальный исследовательский университет
614068, Пермь, ул. Букирева, 15. E-mail: tomilinaelena.psu@yandex.ru
(Статья поступила в редакцию 6 ноября 2023 г.)

Приведены результаты исследования минерального состава, структурно-текстурных особенностей осадочных пород чурочинской свиты нижнего венда в пределах Колчимского поднятия, а также вещественный состав пелитовой фракции данных отложений в Красновишерском алмазоносном районе. Для изучения пород применены петрографический и рентгенофазовый анализы. По результатам петрографического изучения образцов тиллитовидных конгломератов было подтверждено, что цементирующая часть преобладает над обломочным материалом. В основную массу погружены обломки пород разного генезиса и разного размера, но с почти одинаковой окатанностью. Пелитовая фракция данных отложений состоит из ряда минералов: кварца, калиевых и натриевых полевых шпатов, глинистых минералов. В большинстве изученных образцов глинистые минералы представлены гидрослюдой, в некоторых диагностирован хлорит. Исходное глинистое вещество осадка принадлежит к числу ценных индикаторов палеогеографических и палеоклиматических обстановок седиментации. Гидрослюда образуется на первых стадиях гипергенеза в корях выветривания терригенных пород, хлорит встречается в виде единичных обломков хлоритовых пород, в обломках песчаников, в обломках гранитоидов как продукт разложения биотита и в пелитовой фракции цементирующей массы образцов. Таким образом, можно предположить, что питающая провинция для образованных глинистых минералов располагалась на континенте в субаэральных условиях. Химическому выветриванию подвергались терригенные и магматические породы, расположенные на западе, северо-западе от современного Вишерского алмазоносного района.

Ключевые слова: чурочинская свита, тиллитовидный конгломерат, ледниковые отложения, пелитовая фракция, гидрослюда, хлорит, петрографический, рентгенофазовый анализ.

DOI: 10.17072/psu.geol.22.4.297

Введение

Вишерский алмазоносный район находится в пределах Красновишерского района. В результате интенсивных поисковых работ 1940–1960 гг. открыт ряд мелких и средних россыпных месторождений и проявлений алмазов. Позже было открыто алмазоносное поле, где сконцентрированы основные промышленные запасы россыпных алмазов Урала. Данный район постоянно привлекал внимание исследователей: А.Д. Ишкова, В.П. Мухиной, Ю.Д. Смирнова, В.А. Ветчанинова и многих других. Тем не менее некоторые вопросы остались недостаточно про-

яснены, в частности подробный состав вендских пород. Обломочный материал, акцессорные минералы и глинистая фракция являются самыми слабо освещенными аспектами в изучении данного района.

Позднепротерозойский этап геологического развития территории Южного Прикамья является определяющим в геологической истории исследуемого района, поэтому требует самого пристального внимания.

Венд как стратиграфическое подразделение на Урале выделен Б.С. Соколовым в разрезах осадочного чехла Русской плиты (Беккер, 1985). Возраст верхних горизонтов древних толщ Урала – один из наиболее

сложных вопросов уральской геологии, который обсуждается на протяжении почти ста лет. Главным центром всех расхождений по-прежнему остается возраст ашинских, сыльвицких, чурочных отложений западного склона Урала. Обычно проблема возраста вендских отложений на Урале решалась с позиций выяснения их соотношения с более молодыми горизонтами палеозоя. В результате детальных работ установлено, что разновозрастные горизонты девона, силура, ордовика с размывом, а иногда и угловым несогласием, залегают на различных отложениях венда Южного, Среднего и Северного Урала. Необходимо отметить, что какие-либо постепенные переходы между палеозойскими и вендскими отложениями на Урале повсеместно отсутствуют.

На Северном Урале в зоне Тимана вендским отложениям соответствует чурочная серия. Строение серии в восходящем разрезе следующее (Боровко, 1967; Беккер, 1968):

1. Устьчурочинская свита. Зеленовато-серые, красноцветные песчаники с прослоями алевролитов и алевропелитов. В породах присутствует глауконит, имеющий изотопный возраст 680–686 млн лет.

2. Чурочинская свита. Тиллиты, зеленовато-серые алевропелиты, алевролиты, доломиты.

3. Ильявожская свита. Серые, светло-серые, зеленовато-серые песчаники с прослоями алевропелитов.

4. Кочешорская свита. Зеленовато-серые, серые песчаники, алевролиты с прослоями серых, темно-серых, бордовых алевропелитов и гравелитов. В породах наблюдается глауконит, имеющий изотопный возраст 560–590 млн лет.

В разрезах позднего докембрия Урала известно три уровня тиллитов и тиллоидов (Младших, Аблизин, 1967). Нижний (танинский) горизонт, наиболее выдержанный и протяженный, распространен на Среднем и Северном Урале. Средний (койвинский) горизонт развит локально в нескольких разрезах Среднего Урала. Верхний (чурочный, старопечный, криволукский) горизонт развит на Северном, Южном и Среднем Урале, причем в первых двух районах доказано его ледниковое происхождение (Чумаков, 1985). Особенностью тиллитов верхнего уровня яв-

ляются резкие колебания мощностей ледниковых отложений вплоть до полного их выклинивания на сравнительно коротких расстояниях. Тиллиты верхнего уровня залегают с перерывом на нижележащих отложениях и разграничивают два существенно различных комплекса. Нижний комплекс образован диким флишем и диамиктитовой формацией, а верхний – типичной альпитотипной моласой (Беккер, 1985).

В венде Урала намечается два этапа осадконакопления: серебрянский преимущественно ледниковый и сыльвицкий предгорный. Наиболее надежно вендский возраст обоснован для отложений второго этапа.

В данной статье рассматриваются отложения чурочинской ($V_1\check{c}r$) свиты в пределах Колчимского поднятия. Свита в пределах поднятия имеет незначительное распространение и состоит из четырех пачек.

Нижняя пачка (мощностью 150–320 м) состоит из ритмично переслаивающихся песчаников и алевролитов. Песчаники кварцевые и полевошпат-кварцевые. Алевролиты – вишнево-зеленовато-серые с зернами гематита и глауконита.

Вторая пачка (220–775 м) состоит из грубообломочных тиллитовидных конгломератов, содержащих прослойки песчаников, алевролитов, аргиллитов, в кровле пачки присутствуют доломиты.

Третья пачка (125 м) сложена аргиллитами углистыми темно-серыми, до черных, переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов темно-зеленых, серых.

Завершает разрез чурочинской свиты четвертая пачка (73–360 м), в которой ритмично переслаиваются аргиллиты, алевролиты и песчаники зеленовато- и вишнево-серые.

Во многих учебниках и пособиях представлено классическое определение тиллитов. Исходя из него, это несортированные, грубообломочные литифицированные морены.

Н.М. Чумаков поделил мореноподобные отложения (в зависимости от генезиса и степени изученности) на тиллиты (ледникового происхождения), псевдотиллиты (неледникового происхождения), тиллоиды (неясного генезиса).

На исследуемой территории характерными отложениями свиты являются тиллитовидные

конгломераты зеленовато-серые, вишнево-бурые в переслаивании с аргиллитами, алевролитами и песчаниками. Конгломераты состоят из сланцеватой либо плитчатой глинисто-алевролитовой цементирующей массы, среди которой неравномерно распределены разнообразные как по размерам, степени окатанности, так и по составу обломки. Среди обломков присутствуют песчаники, алевролиты, гранитоиды, гнейсы, кварциты, карбонатные и глинистые породы, сланцы, эффузивы. Отсутствие сортировки, слоистости, а также признаки ледниковой штриховки доказывают их ледниковое происхождение.

Ледниковые отложения, встречающиеся вблизи границы венда и рифея, представляют интерес в двух аспектах: стратиграфическом – как маркирующие горизонты широкого распространения и историко-геологическом – как отражение важных климатических событий.

В разрезе позднего докембрия имеется четыре или более самостоятельных ледниковых горизонта. Наибольшее распространение имеет лапландский ледниковый горизонт. Он является одним из историко-геологических критериев установления нижней границы венда (Соколов, 1971; Аксенов и др. 1978). Стратиграфические и фациальные аналоги лапландского ледникового горизонта Европы с различной степенью достоверности выделяются сейчас и на других континентах.

В наиболее полных разрезах (архипелаг Шпицберген) лапландский горизонт состоит из двух ледниковых толщ, которые разделены отложениями, лишенными признаков ледникового генезиса (Средний Урал), а иногда, кроме того, и значительным перерывом (Финмарк, Белоруссия). Лапландский горизонт состоит из двух ледниковых толщ также на Шпицбергене и, возможно, на Полудовом кряже (Северный Урал). Сходство в строении столь удаленных разрезов, по видимому, не случайно и позволяет разделить лапландский горизонт на три подгоризонта: нижний и верхний ледниковые и средний межледниковый.

Судя по сложному внутреннему строению (несколько пачек тиллитов, различающихся

по составу, цвету и разделенных другими породами), в наиболее полных разрезах каждый из упомянутых ледниковых подгоризонтов лапландского горизонта тоже представляет результат нескольких оледенений. Возможно, только самые мелкие ледниковые события, различимые в отложениях лапландского горизонта, могут быть сопоставлены по длительности и масштабам с отдельными оледенениями плейстоцена (Чумаков, 1985).

Методы исследования

Образцы пород отобраны автором и студентами 2 курса кафедры минералогии и петрографии в июне 2023 г. из обнажения на правом берегу р. Чурочная (60°40' сш, 57°52' вд) и перед мостом через данную реку (60°39' сш, 57°53' вд) (рис. 1). Всего было отобрано 32 образца горных пород из обнажений чурочинской свиты. Исследования выполнены автором с использованием аппаратуры Центра коллективного пользования и Сектора наноминералогии ПГНИУ.

Петрографическое изучение шлифов проведено на оптическом микроскопе Olympus VX51 (Япония) в проходящем свете с использованием методов скрещенных николей.

Оптическая диагностика минералов под микроскопом занимает одно из ведущих мест среди методов лабораторного исследования минералов и горных пород. Минералого-петрографические исследования позволяют качественно диагностировать минералы, определить их размер и форму, выявить особенности строения и сложения пород; дают возможность определить абсолютный размер зерен, их относительный размер и взаимоотношения, а также – как распределяются зерна минералов в породе, что позволяет судить об условиях и последовательности образования минералов и их вторичных именах. При описании породы важно не только качественно определить минеральный состав, но и установить первичные и вторичные структуры и текстуры, что в свою очередь позволяет точнее типизировать горную породу и дать ей название.

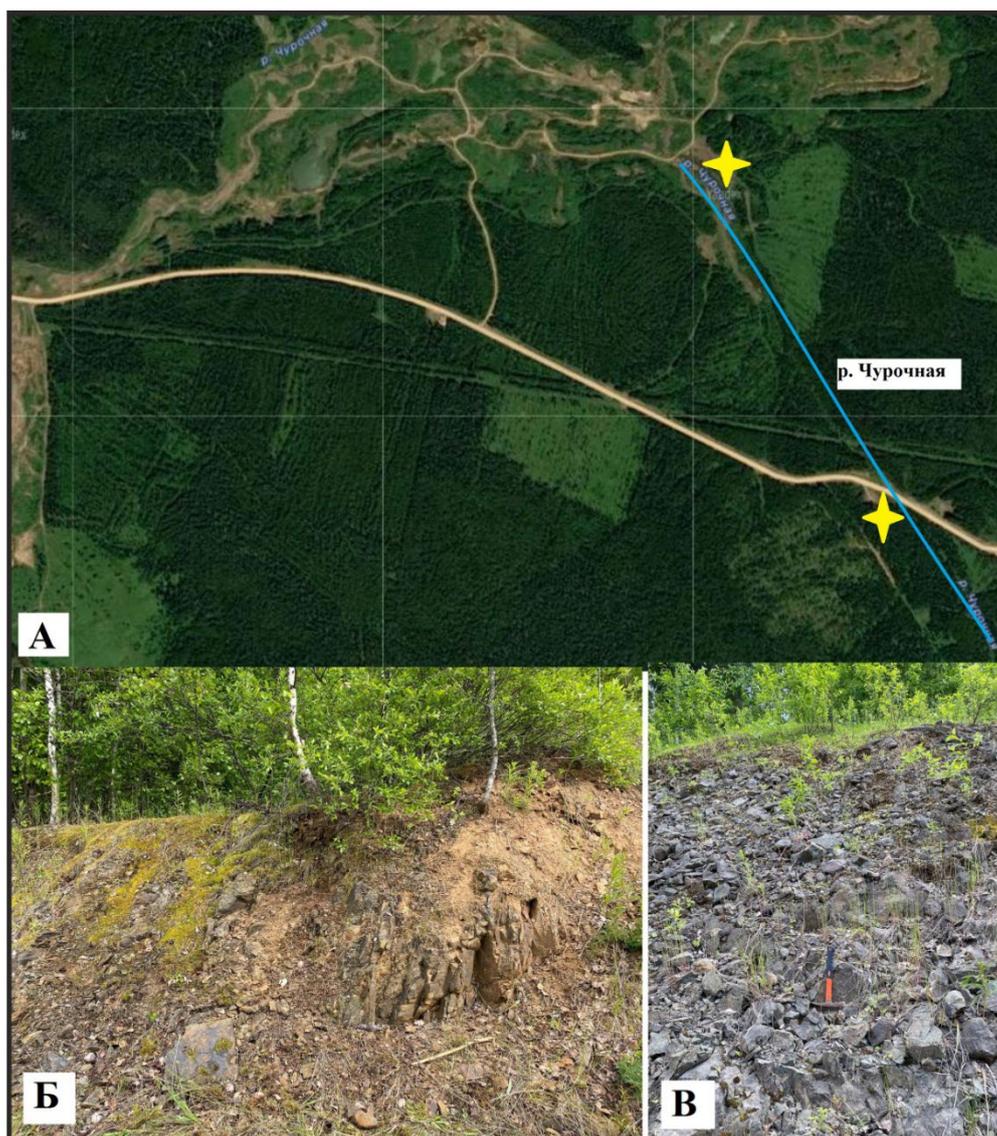


Рис. 1. А – космоснимок территории исследования с точками отбора проб (★); Б – обнажение горных пород чурочинской свиты Б на правом берегу реки Чурочная; В – перед мостом реки Чурочная (фото автора, июнь, 2023)

Был также проведен рентгенофазовый анализ образцов, который выполнялся с применением рентгеновского порошкового дифрактометра D2 Phaser (фирма «Bruker», ФРГ). Характеристики прибора: рентгеновская трубка с медным анодом (излучение – $\text{CuK}\alpha$, $\lambda=1,54060 \text{ \AA}$), генератор с напряжением – 30 кВ, силой тока – 10 мА; детектор линейный – LYNXEYE; фильтр – Ni. Условия съемки для валового анализа: расходящаяся щель – 0,2 мм, щели Соллера – первичная $2,5^\circ$, вторичная $2,5^\circ$; угловой диапазон от 5 до $70^\circ 2\theta$; скорость набора импульсов в каждой точке – 1,0 с; шаг – $0,02^\circ$. Количествен-

ный анализ валового состава пробы выполнялся с помощью программного обеспечения Toras 4-2, которое реализует безэталоный анализ на основе метода Ритвельда – процедуры минимизации отклонения между экспериментальной и теоретически рассчитанной дифрактограммами (Rietveld, 1967, 1969). В качестве рассчитанных моделей кристаллических структур используются файлы базы данных, поступившей с приобретением программного обеспечения. Сумма минеральных фаз рассчитывалась на 100 %.

Глинистые минералы в силу своей морфологии и высокой дисперсности в природе

образуют агрегаты, одной из основных особенностей которых является ярко выраженная способность к ориентации частиц. Кристаллиты, активно взаимодействуя своими базальными плоскостями, стремятся расположиться в пространстве перпендикулярно к направлению осаждения. Любой препарат из глинистой фракции, предназначенный для съемки на дифрактометре, будет обладать аксиальной текстурой. Степень текстурированности искусственно усиливается в ориентированных препаратах для большей информативности проводимых экспериментов. Ориентированные препараты позволяют получить базальные отражения 001 глинистых минералов, по которым производится их более точная диагностика (Франк-Каменецкий и др., 1983).

Пелитовая фракция выделялась седиментационным способом после предварительной

обработки 10 % раствором уксусной кислоты для удаления карбонатного материала. Для диагностики основных групп глинистых минералов полученные после осаждения на стекла ориентированные препараты исследовались в воздушно-сухом состоянии после насыщения этиленгликолем, прокаливания при температурах 350°C и 550°C (Рентгенография..., 1983).

Результаты петрографического исследования

В результате петрографического изучения образцов тиллитовидных конгломератов было подтверждено, что их цементирующая часть преобладает над обломочным материалом (рис. 2).

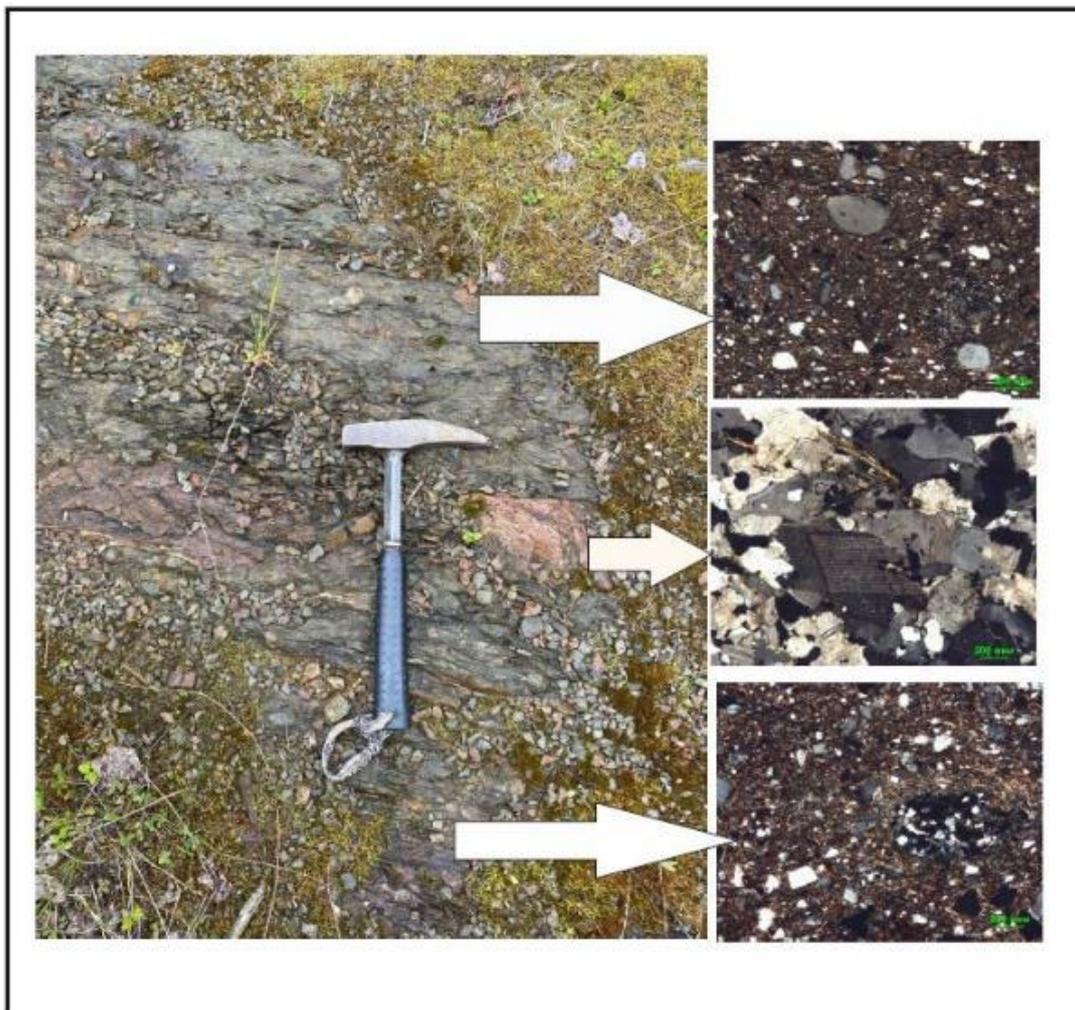


Рис. 2. Выход горных пород чурочинской свиты (фото автора). Микрофотографии пород: зеленовато-серый тиллит, обломок гранита, вишнево-бурый тиллит (проходящий свет, с анализатором)

В основную массу погружены обломки пород разного генезиса и размера, но с почти одинаковой окатанностью. Структура основной массы пелитовая, обломки пород и минералов варьируют от алевритовой до псефитовой, сортировка плохая. В шлифах наблюдается неясно выраженная микрослоистость. Обломки и зерна неправильной, субизометричной, слабоудлиненной формы. Среди обломков присутствуют полуокатанные (80–85 %) и окатанные (15–20 %).

В среднем обломочный материал представлен зернами кварца (30 %), полевыми шпатами (15 %), слюдой (5 %), обломками пород различного генезиса (50 %).

Кварц характеризуется неправильной, удлиненной формой с равномерным и облачным угасанием, некоторые зёрна со следами регенерации в виде каемок (обычно 0,004–0,006 мм), иногда зёрна по периферии растворены, отчего приобретают неровные края.

Полевые шпаты представлены кислыми плагиоклазами, слабо или полностью пелитизированными.

Слюда – лейстами мусковита и гидратированного биотита. В породах диагностированы минералы, характерные для магматических пород кислого и среднего состава: циркон, сфен, амфибол, лейкоксен. Встречаются кристаллы аутигенного пирита изометричной формы размером 0,01 мм и единичные неправильные агрегатные скопления пирита размером 0,25 мм.

В изученных породах преобладают обломки алевролитов, песчаников, глинистых пород, обломки кварцитов, гранитоидов, реже встречаются обломки кремневых пород. Обломки разной размерности – от 0,1 до 100 мм.

Чаще всего встречаются обломки алевролитов (рис. 3, 4); они могут быть глинистые, песчанистые, размером от 0,15 до 3 мм. Структура таких алевролитов пелитовая, псаммоалевритовая. Обломочный материал представлен зернами кварца, слюдой. Контуры и границы обломков иногда трудно различимы, поскольку зерна частично растворены. Пленочно-поровый и пленочный тип цементации кремнисто-гидрослюдистого состава. По периметру и на контакте зёрен – редкие крустификационные плёнки, где об-

ломочные зерна обрастают щётками (листочками) гидрослюды.

Обломки песчаников размером от 0,5 до 3 мм, полуокатанные, окатанные. Структура песчаников псаммитовая, алевропсаммитовая.

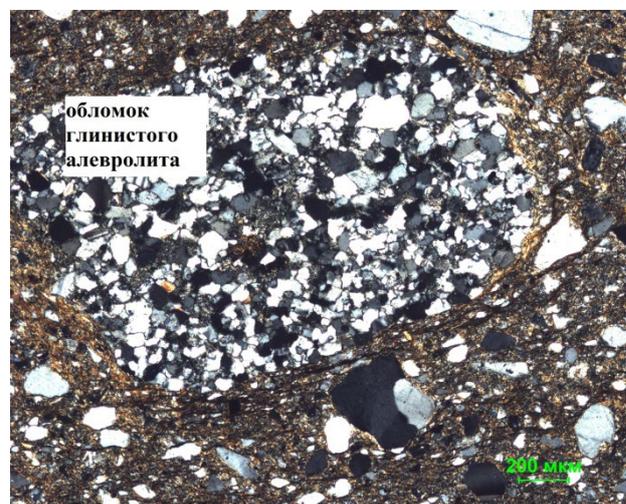


Рис. 3. Обломок глинистого алевролита (проходящий свет, с анализатором)

Обломочный материал представлен зернами кварца, полевого шпата, слюдой, обломками пород различного генезиса: обломками кварцитов, кремневых пород и обломками пород кремнисто-слюдистого состава. Тип цементации может быть разный в тех или иных песчаниках.

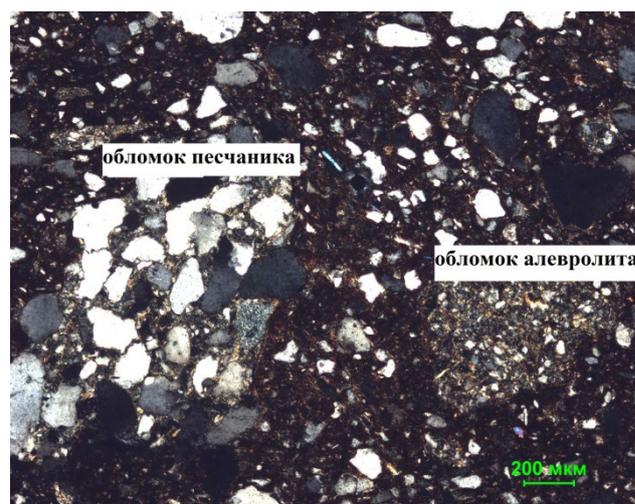


Рис. 4. Обломки песчаника и глинистого алевролита (проходящий свет, с анализатором)

Во-первых, регенерационный кварцевый цемент и бесцементное контактное соедине-

ние зерен кварца и обломков пород, которое характеризуется конформной структурой. Во-вторых, порово-пленочный глинистый цемент, преимущественно гидрослюдистый.

Обломки глинистых пород (рис. 5) представлены аргиллитами, глинистыми сланцами. Соответственно, структура алевропелитовая для аргиллитов и гранолебидобластовая для сланцев.

Основная масса породы сложена тонкодисперсным глинистым материалом (микроскопически определяется только гидрослюда), на фоне которой неравномерно распределены полуокатанные зерна кварца удлиненной формы. В основной массе наблюдаются неправильные выделения растительного материала (от 5 до 15%) темно-коричневого, почти черного цвета.

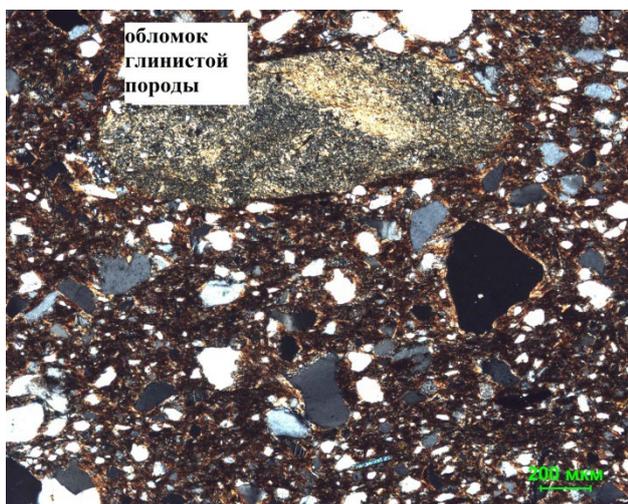


Рис. 5. Обломок глинистого сланца (проходящий свет, с анализатором)

Обломки кварцитопесчаников и кварцитов (рис. 6, 7) размером от 0,2 до 60 мм. Обломочный материал в основном представлен зернами кварца (единичные обломки кварцитов).

В породе преобладает цементация вдавливания. Это бесцементное контактное соединение зерен кварца и обломков, которое характеризуется конформной структурой. Зерна кварца начинают приобретать изометричные формы с ровными контурами, образуя мозаичное строение.

В некоторых кварцитопесчаниках также присутствует пленочно-поровый глинистый цемент, который образован гидрослюдой. В отдельных порах развивается каолинит, хорошо раскристаллизованный, с редкой примесью гидрослюды.

По периметру и на контакте зерен присутствуют крустификационные плёнки, где обломочные зерна обрастают щётками (листочками) гидрослюды.

Обломки гранитоидов (рис. 8) размером от 0,4 до 100 мм, полуокатанные, представлены щелочным гранитом, плагиогранитом, гранитогнейсом. Структура пород полнокристаллическая, мелкозернистая, гипидиоморфнозернистая.

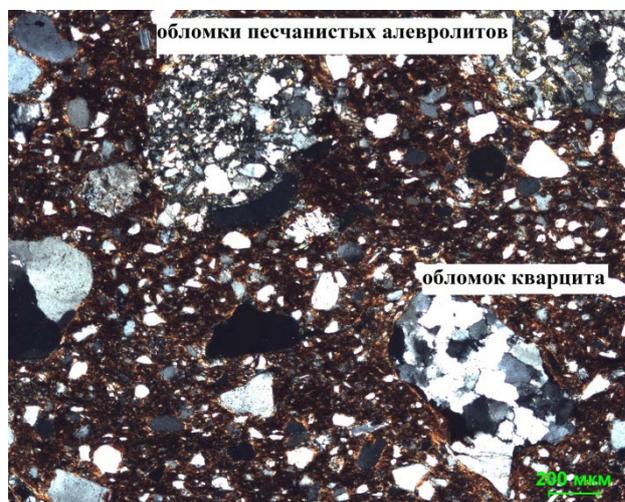


Рис. 6. Обломки алевролитов, кварцита в тиллите (проходящий свет, с анализатором)

Текстура гнейсовидная, реже – массивная. Главные породообразующие минералы представлены полевыми шпатами калиевой и натриевой разновидности, биотитом и кварцем. Зерна плагиоклазов чаще всего субизометричной и гипидиоморфной формы, частично или полностью замещены агрегатами соссурита, реже – смектитами, серицитом. Зерна микроклина и ортоклаза изометричной, субизометричной, ксеноморфной формы, практически полностью пелитизированы. Биотит в виде субизометричных, таблитчатых и гипидиоморфных зерен, чешуйки его частично или полностью замещены хлоритом.

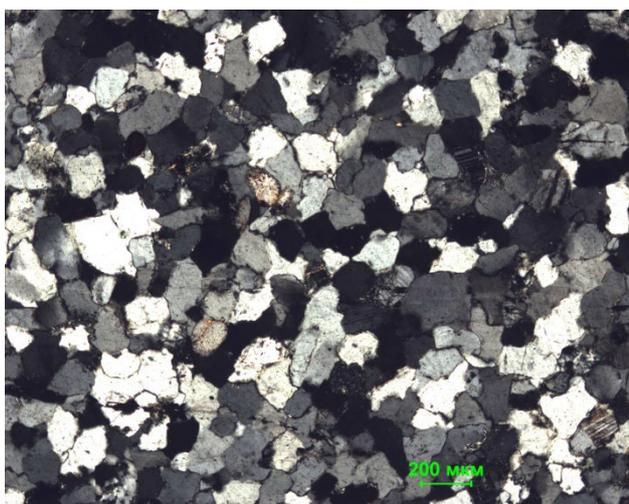


Рис. 7. Фрагмент шлифа кварцопесчаника (проходящий свет, с анализатором)

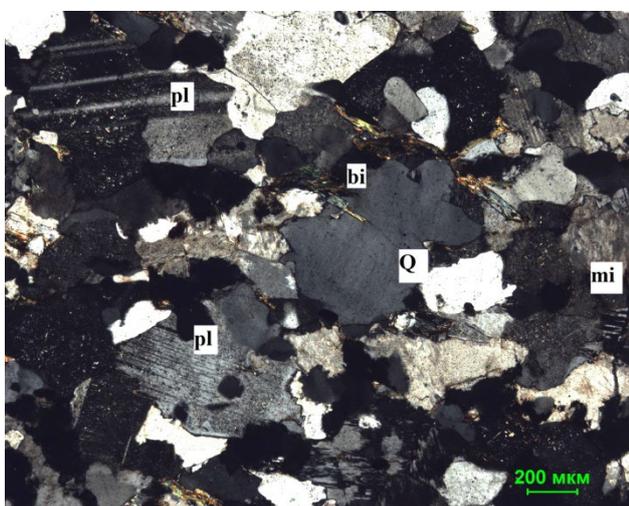


Рис. 8. Фрагмент шлифа гранита (проходящий свет, с анализатором)

Из акцессорных минералов наблюдаются зерна сфена, титаномагнетита, лейкоксена. Зерна кварца субизометричной и ксеноморфной формы размером 0,12–0,22 мм занимают интерстиции других породообразующих минералов, иногда образуют пертиты (закономерные ориентированные вросстки кварца в полевой шпат). Характер вторичных изменений в гранитоидах почти одинаков.

Серицитизация и сосюритизация плагиоклазов, где серицит и эпидот заполняют трещины в зернах плагиоклаза, реже замещение происходит по периферии зерен. Хлоритизация биотита по периферии зерен вызвана изменением термодинамических условий и присутствием химически активного

флюида, что характерно для регионального метаморфизма в пределах зеленосланцевой фации.

Обломки карбонатных пород представлены микрозернистым плотным доломитом с примесью кальцита, иногда с зернами кварца алевритовой размерности, нередко с углефицированными растительными остатками.

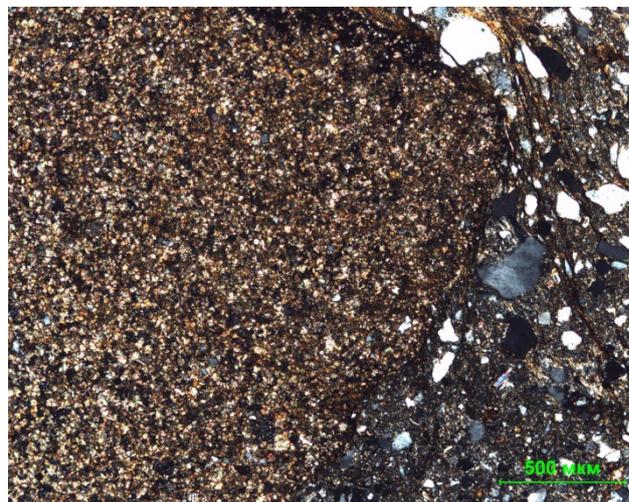


Рис. 9. Обломок карбонатной породы (проходящий свет, с анализатором)

Редко в качестве самостоятельных обломков в тиллитах встречаются хлоритовые породы (рис. 10), которые слегка рассланцованы с лепидобластовой внутренней структурой, с реликтами офитовой. Хлорит также встречается в виде обломков пород или отдельных чешуек в песчаниках (рис. 11), которые в свою очередь являются обломками в тиллитах.



Рис. 10. Обломок хлоритовой породы (проходящий свет, без анализатора)

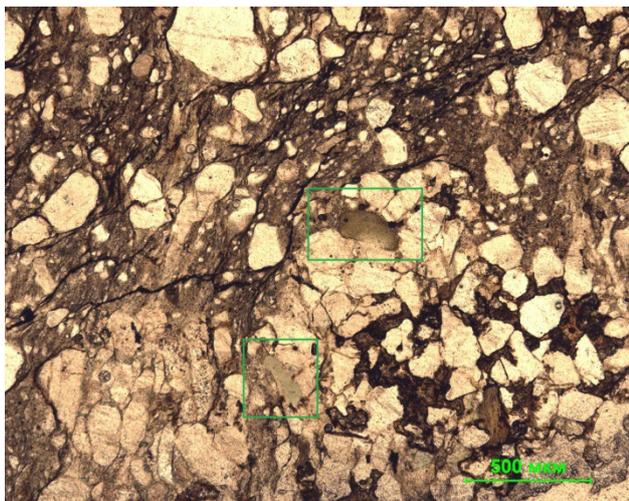


Рис. 11. Хлорит в виде обломков в обломке песчаника (проходящий свет, без анализатора)

В единичных шлифах встречаются окатанные обломки эффузивных пород (рис. 12), для которых характерна микролитовая внутренняя структура – интерсертальная, где основная масса сложена микролитами плагиоклаза и продуктами разложения вулканического стекла – тонкодисперсной смесью, состоящей из слоистых силикатов, гематита, лейкоксена.

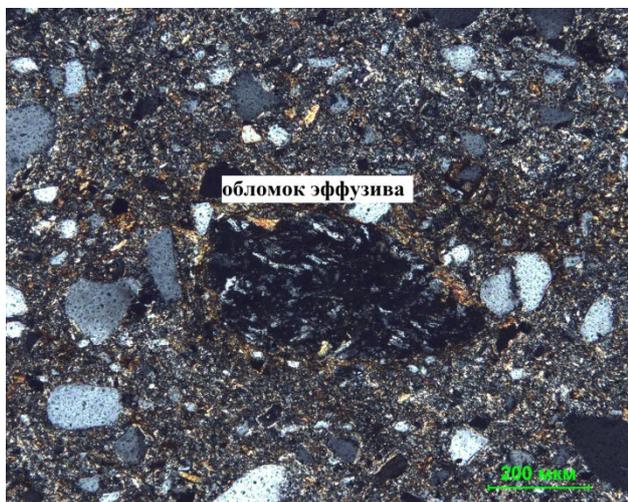


Рис. 12. Обломок эффузивной породы (проходящий свет, с анализатором)

Результаты исследования пелитовой фракции

По данным рентгенофазового анализа, пелитовая фракция состоит из ряда минералов: кварца, полевых шпатов натриевой разновидности, глинистых минералов. В табл. 1

приведены результаты анализа образцов, отобранных на правом берегу р. Чурочная и перед мостом через р. Чурочная. Валовый минеральный состав всех образцов примерно одинаковый. На данном этапе написания статьи было проанализировано 8 проб.

Диагностика присутствующих в образце слоистых алюмосиликатов производилась при совместной интерпретации дифрактограмм воздушно-сухого, насыщенного этиленгликолем и прокаленного препаратов.

Так как отражения глинистых минералов очень часто накладываются в валовом составе, то методом Ритвельда определялось их суммарное содержание. Затем делались ориентированные препараты, интерпретировались пики, вычислялось соотношение минералов по дифрактограмме воздушно-сухого ориентированного препарата и пересчитывалось на содержание каждого минерала с помощью уравнений, полученных Петером и Кальманом. Пересчетные коэффициенты, которые были использованы в уравнении: для гидрослюда (иллита) $K=0.5$, для хлорита $K=0.8$.

Глинистые минералы (табл. 2) в основном представлены полностью гидрослюдой. Гидрослюда диагностируется по пикам $10,0$, $5,0$ Å, которые не меняют своего положения при обработке ориентированных препаратов. Почти во всех образцах пик на $10,0$ Å в воздушно-сухом ориентированном препарате и после обработки почти идеальный, симметричный, пик узкий с крутым склоном, что может указывать на постседиментационное преобразование гидрослюда. Следовательно, в пробе отсутствуют смешаннослойные образования. При прокаливании они часто переходят в гидрослюда, что ведет за собой увеличение площади отражения на $10,0$ Å в прокаленных препаратах, но в данных пробах этого не произошло. Также при насыщении этиленгликолем не произошло смещение пика до $16,8$ – $17,0$ Å.

В четырех образцах с помощью ориентированных препаратов, наряду с гидрослюдой, диагностирован хлорит, который определяется по отражениям $14,1$, $7,1$ Å, наиболее заметным на ориентированном препарате с этиленгликолем и меньше представленным на воздушно-сухом препарате, после прокаливании идет снижение интенсивности всех

хлоритовых пиков. Соотношение глинистых минералов в пелитовой фракции в данных образцах составляет: гидрослюда – 95–96 %, хлорит – 4–5 %.

Таблица 1. Валовый минеральный состав образцов (%)

№ образца	Кварц	Плагиоклаз	Глинистые минералы	Пирит	Сумма
1 – правый берег р. Чурочная	52	17	30	1	100
2 – правый берег р. Чурочная	54	21	25	0	100
3 – правый берег р. Чурочная	57	18	24	1	100
4 – правый берег р. Чурочная	59	18	23	0	100
1 – перед мостом через р. Чурочная	50	17	32	0	100
2 – перед мостом через р. Чурочная	53	15	33	0	100
3 – перед мостом через р. Чурочная	54	13	32	0	100
4 – перед мостом через р. Чурочная	52	14	34	0	100

Таблица 2. Соотношение глинистых минералов в пелитовой фракции (%)

№ образца	Гидрослюда	Хлорит	Сумма
1 – правый берег р. Чурочная	100	0	100
2 – правый берег р. Чурочная	100	0	100
3 – правый берег р. Чурочная	96	4	100
4 – правый берег р. Чурочная	95	5	100
1 – перед мостом через р. Чурочная	100	0	100
2 – перед мостом через р. Чурочная	95	5	100
3 – перед мостом через р. Чурочная	100	0	100
4 – перед мостом через р. Чурочная	95	5	100

Заключение

В венде Урала намечаются два этапа осадконакопления: серебрянский преимущественно ледниковый и сылвицкий предгорный. Наиболее надежно вендский возраст обоснован для отложений второго этапа.

Исследования Ф.А. Курбацкой (1985) свидетельствуют о максимуме рифтогенной активизации в ранневендскую эпоху на Среднем Урале, индикатором которой являются породы спарагмитовой формации, представленные красноцветной толщей тиллитовидных конгломератов.

Чурочная серия залегает с перерывом на карбонатных породах и трансгрессивно перекрывается полюдовскими конгломератами на Северном Урале.

В чурочинское время ($V_1\check{c}r$) в заливе в юго-восточной части Южного Притиманья

начали формироваться континентальные отложения с тиллитовидными конгломератами чурочинской свиты. Им предшествуют отложения первой пачки чурочинской свиты ($V_1\check{c}r^1$), имеющие флишоидный характер. Тиллиты наиболее распространены во второй пачке чурочинской свиты ($V_1\check{c}r^2$), но встречаются и выше по разрезу – в четвертой пачке ($V_1\check{c}r^4$). Вишнево-бурые, зеленовато-серые тиллитовидные конгломераты отличаются сланцеватостью либо плитчатостью глинисто-алевролитовым цементирующим матриксом и каркасом, состоящим из сгруженного грубообломочного материала различных пород. Среди обломков встречаются и крупные валуны, и гравий в основном местных осадочных пород буркочимской серии и кристаллического фундамента платформы (Паковский, 2019).

Интересно, что на Среднем Урале в изо-хронной чурочинской вильвенской свите (V_{1vlv^2}) обломочный материал тиллитовидных конгломератов также имеет местное происхождение (Суслов, Тетерин, 1997). Определенный K–Ar методом изотопный возраст гранитов, включенных в виде глыб в состав тиллитовидных конгломератов чурочинской свиты, определен в 1,45 млрд лет (Боровко, 1967), что определенно говорит о размыве пород кристаллического фундамента Русской плиты в ранневендскую эпоху. Разрез отложений второй пачки чурочинской свиты ($V_{1čr^2}$) завершает толща доломитов – «венчающих доломитов» мощностью 10 м (Чочиа, 1955). Этой толщей маркируется зона постепенного перехода от мариногляциальных к морским отложениям, что означает, по Н.М. Чумакову (1985), окончание планетарного лапландского оледенения в большинстве известных краевых бассейнов Фено-Сарматии и в обрамляющих континент геосинклинальных областях (Пактовский, 2019, 2022).

Определения изотопного возраста чурочинской свиты на данном этапе работы отсутствуют. Однако отмечено, что время образования отложений чурочинской свиты зажато в вилку между значениями 665 млн лет (устьчурочинская свита) и 614 млн лет (ильявожская свита) (Боровко, 1967; Чумаков, 1985).

Изучение обломков разного генезиса дает представление об источниках питания. Петрографическое изучение обломков гранитоидов показало их полную аналогию с породами кристаллического фундамента Русской плиты. Это позволяет предполагать, что основная масса кристаллических пород поступала с восточной окраины татарского свода. Не исключена возможность поступления некоторой части обломочного материала и с Коми-Пермского поднятия. Различия в петрографических разностях гранитоидных обломков (щелочные граниты, плагиограниты, гранитогнейсы) вполне соотносятся с разнообразным петрографическим составом пород фундамента.

Исходное глинистое вещество осадка принадлежит к числу ценных индикаторов палеогеографических и палеоклиматических обстановок седиментации.

Считается, что гидрослюда образуется на первых стадиях гипергенеза в корках выветривания терригенных пород и осадках морей и океанов, где они зачастую находятся в сочетании с хлоритом. Хлорит является одним из важных индикаторов обстановок осадконакопления. При изучении тиллитовидных конгломератов чурочинской свиты хлорит встречается:

- в виде единичных самостоятельных обломков хлоритовых пород;
- в виде обломков или чешуйчатой массы в обломках песчаников;
- в обломках гранитоидов как продукт разложения биотита;
- реже в пелитовой фракции цементирующей массы образцов.

Своеобразие парагенетической ассоциации «гидрослюда плюс хлорит» несет в себе данные о среде осадконакопления, но для полного палеогеографического вывода необходимо изучение политипов хлорита.

Если обратиться к литературным источникам по Среднему Уралу, то хлорит был также обнаружен в пелитовой фракции и в обломках сланцев в тиллитовидных конгломератах (Аблизин и др., 1982).

Таким образом, детальное изучение вещественного состава и структурно-текстурных особенностей подтверждает ледниковое образование тиллитовидных конгломератов. По наличию глинистых компонентов можно предположить, что питающая провинция для образованных глинистых минералов располагалась на континенте в субаэральных условиях. Химическому выветриванию подвергались терригенные и магматические породы, расположенные на западе-, северо-западе от современного Вишерского алмазного района. Таковые породы входят в консолидированный фундамент Восточно-Европейской платформ.

Библиографический список

Аблизин Б.Д., Ключина М.Л., Курбацкая Ф.А., Курбацкий А.М. Верхний рифей и венд западного склона Среднего Урала. М.: Наука, 1982. С. 101–103.

Аксенов Е.М., Келлер Б.М., Соколов Б.С. Общая схема стратиграфии верхнего докембрия

- Русской платформы. Изв. АН СССР. Сер. геоло., 1978, № 12. С. 17–34.
- Беккер Ю.Р.* Венд Урала // Вендская система. Историко-геологическое и палеонтологическое обоснование. Т.2. Стратиграфия и геологические процессы. Ответственные редакторы Соколов Б.С., Федонкин М.А. Наука, Москва, 1985. С. 76–83.
- Беккер Ю.Р.* Позднедокембрийская моласса Южного Урала. Л.: Недра, 1968. 158 с.
- Боровко Н.Г.* Венд и нижний палеозой Полюдова Кряжа Северного Урала. Л.: ВСЕГЕИ, 1967. 30 с.
- Ибламинов Р.Г.* Литология Пермского края: учебное пособие / Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2022. 147 с.
- Курбацкая Ф.А.* О латеральной зональности разрезов спарагмитовой формации на Западном Урале // Геология и полезные ископаемые Западного Урала / Перм. гос. ун-т. Пермь, 1997. С. 29–30.
- Младших С.В., Аблизин Б.Д.* Стратиграфия верхнего докембрия западного склона Среднего Урал. Изв. АН СССР. Сер. геол. № 2, 1967. С. 67–80.
- Пактовский Ю.Г.* Стадийность геологического развития территории Южного Притиманья в позднем протерозое // Вестник Пермского университета. Геология. 2019а. Т. 18, № 2. С. 108–124.
- Пактовский Ю.Г.* Геологическое развитие территории Южного Притиманья в позднем протерозое // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Науч. чтения памяти П.Н. Чирвинского: сб. науч. ст. / отв. ред. И.И. Чайковский. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2019б. Вып. 22. С. 216–223.
- Пактовский Ю.Г.* Ранний палеозой как стадия россыпной алмазаносности в южном Притиманье (Пермский край): автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Пермь, 2022. 20 с.
- Петрографический кодекс* России. Магматические, метаморфические, метасоматические, импактные образования. Издание третье, исправленное и дополненное. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2009. 200 с.
- Рентгенография* основных типов породообразующих минералов (слоистые и каркасные силикаты). Под ред. В.А. Франк-Каменецкого. Л.: Недра, 1983. 359 с.
- Смирнов Ю.Д., Боровко Н.Г., Вербицкая Н.П., Румянцева Н.А., Бекасова Н.Б., Горский В.П., Евдокимов Ю.Б., Лукьянова Л.И.* Геология и палеогеография западного склона Урала. Л.: Недра, 1977. 199 с.
- Соколов Б.С.* Венд севера Евразии // Геология и геофизика, 1971, № 6. С. 13–22.
- Суслов С.Б., Тетерин И.П.* О происхождении «экзотических» галек в «тиллитоподобных» конгломератах верхневильвенской подсвиты венда // Геология и полезные ископаемые Западного Урала: матлырегион. конф. / Перм. гос. ун-т. Пермь, 1997. С. 30–31.
- Томила Е.М., Пактовский Ю.Г., Исаева Г.А.* Сравнительная характеристика пелитовой фракции проб базальных пород девонского алмазаносного коллектора (Пермский край) // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. 2023. № 6 (43). С. 75–81.
- Чочиа Н.Г.* Геологическое строение Колво-Вишерского края. Л.: Гостоптехиздат, 1955. 406 с.
- Чумаков Н.М.* Лапландский ледниковый горизонт и его аналоги // Вендская система. Историко-геологическое и палеонтологическое обоснование. В 2 т. Т. 2. Стратиграфия и геологические процессы. М.: Наука, 1985. С. 166–198.
- Франк-Каменецкий В.А., Котов Н.В., Гойло Э.А.* Трансформационные преобразования слоистых силикатов при повышенных р-Т-параметрах. Л.: Недра, 1983, 360 с.
- Янаскурт О.В.* Литология: учебник для студ. высш. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2008. 336 с.
- Rietveld H.M.* (1967) Line profiles of neutron powder-diffraction peaks for structure refinement. Acta Crystallographica, 22(1), pp. 151–152.
- Rietveld H.M.* (1969) A profile refinement method for nuclear and magnetic structures. Journal of Applied Crystallography, 2(2), pp. 65–71.

The Material Composition of the Churochinskaya Formation in the Vishera Diamondiferous Region (Perm Krai) E.M. Tomilina

Perm State University,

15 Bukireva Str., Perm 614990, Russia. E-mail: tomilinaelena.psu@yandex.ru

The results of a study of the mineral composition, structural and textural features of glacial deposits, i.e. tillites, as well as the material composition of the pelitic fraction of the Churochinskaya formation in the Krasnovisherskiy diamondiferous region are presented. Tillites were studied with petrographic and X-ray phase analysis. According to the results of petrographic study of samples of tillitic conglomerates, it was confirmed that the cementing part prevails over the detrital material. Fragments of rocks of different genesis and different sizes, but with almost the same roundness, are immersed in the main mass. The pelitic fraction of bottom sediments consists of a number of minerals: quartz, feldspar of the potassium-sodium variety, clay minerals. In most of the studied samples, clay minerals are represented by illite, occasionally accompanied by chlorite. The initial clay substance of the sediment is one of the valuable indicators of paleogeographic and paleoclimatic sedimentation environments. It is believed that the hydrous micas are formed at the first stages of hypergenesis in the weathering crusts of terrigenous rocks and sediments of the seas and oceans, where they are often found in combination with chlorite. Chlorite is one of the important indicators of sedimentation conditions.

Keywords: *Churochinskaya Formation; tillitic conglomerate; glacial deposits; pelitic fraction; illite; chlorite; petrographic analysis; X-ray phase analysis.*

References

- Ablizin B.D., Klyugina M.L., Kurbatskaya F.A., Kurbatskiy A.M.* 1982. Verkhniy rifey i vend zapadnogo sklona Srednego Urala [Upper Riphean and Vendian of the western slope of the Middle Urals]. Nauka, Moskva, p. 140. (in Russian)
- Aksenov Ye.M., Keller B.M., Sokolov B.S.* 1978. Obshchaya skhema stratigrafii verkhnego dokembriya Russkoy platformy [General stratigraphic scheme of the Upper Precambrian of the Russian Platform]. Izv. AN SSSR. Ser. geol., pp. 17-34. (in Russian)
- Bekker Yu.R.* 1985. Vend Urala. Vendskaya sistema. Istoriko-geologicheskoye i paleontologicheskoye obosnovaniye. T.2. Stratigrafiya i geologicheskiye protsessy [Urals Vendian. Vendian system. Historical, geological and paleontological justification. T.2. Stratigraphy and geological processes.]. Eds. Sokolov B.S., Fedonkin M.A. Nauka, Moskva, pp. 76-83. (in Russian)
- Bekker Yu.R.* 1968. Pozdnedokembriyskaya molassa Yuzhnogo Urala [Late Precambrian molasse of the Southern Urals]. Nedra, Leningrad, p. 158. (in Russian)
- Borovko N.G.* 1967. Vend i nizhniy paleozoy Polyudova Kryazha Severnogo Urala [Vendian and Lower Paleozoic of the Polyudov Ridge of the Northern Urals]. VSEGEI, Leningrad, p. 30. (in Russian)
- Chochia N.G.* 1955. Geologicheskoye stroyeniye Kolvo-Visherskogo kraya [Geological structure of the Kolvo-Vishera region]. Gostoptekhizdat, Leningrad, p. 406. (in Russian)
- Chumakov N.M.* 1985. Laplandskiy lednikovyy gorizont i yego analogi [Lapland glacial horizon and its analogues]. Vendskaya sistema. Istoriko-geologicheskoye i paleontologicheskoye obosnovaniye. T. 2. Stratigrafiya i geologicheskiye protsessy. Nauka, Moskva, pp. 166–198. (in Russian)
- Frank-Kamenetskiy V.A., Kotov N.V., Goylo E.A.* 1983. Transformatsionnyye preobrazovaniya sloistykh silikatov pri povyshennykh r-T-parametrakh [Transformation conversion of layered silicates at increased p-T parameters]. Nedra, Leningrad, p. 360. (in Russian)
- Iblaminov R.G.* 2022. Litologiya Permskogo kraya [Lithology of the Perm krai]. Perm. State. Univ. Perm, p 147. (in Russian)
- Kurbatskaya F.A.* 1997. O lateralnoy zonalnosti razrezov sparagmitovoy formatsii na Zapadnom Urale [On the lateral zonation of the cross-sections of the sparagmite formation in the Western Urals]. In: Geologia i poleznye iskopaemye Zapadnogo Urala, Perm, pp. 29–30. (in Russian)
- Mladshikh S.V., Ablizin B.D.* 1967. Stratigrafiya verkhnego dokembriya zapadnogo sklona Srednego Urala [Stratigraphy of the Upper Precambrian of the western slope of the Middle Urals]. Izv. AN SSSR. Ser. geol. 2(67-80). (in Russian)
- Paktovskiy Yu.G.* 2019. Stadiynost geologicheskogo razvitiya territorii Yuzhnogo Pritimanya v pozdnem proterozoye [Staging of Geological Development of an Area of the Southern Cis-Timan in the Late Proterozoic] Vestnik Permskogo universiteta. Geologiya. 18(2):108–124. (in Russian)
- Paktovskiy Yu.G.* 2019. Geologicheskoye razvitiye territorii Yuzhnogo Pritimanya v pozdnem proterozoye [Geological development of the territory of the Southern Pritimanye in the Late Proterozoic]. In: Problemy mineralogii, petrografii i metallogenii, Perm, pp. 216–223. (in Russian)
- Paktovskiy Yu.G.* 2022. Ranniye paleozoy kak stadiya rossypnoy almanoznosti v yuzhnom Pritimanye (Permskiy kray) [Early Paleozoic as a stage of placer diamond deposits in southern Pritimanye (Perm region)]. Dis. kand. geol.-min. nauk. Perm. (in Russian)
- Petrograficheskii kodeks Rossii.* Magmaticheskoye, metamorficheskoye, metasomaticheskoye, impaktnyye obrazovaniya [Petrographic Code of Russia. Magmatic, metamorphic, metasomatic, impact formations]. VSEGEI, SPb 2009, p. 200. (in Russian)

*Rentgenografiya osnovnykh tipov poro-
doobrazuyushchikh mineralov (sloistye i karkasnye
silikaty) [X-ray studies of the main types of rock-
forming minerals (layered and framework silicates)].
Ed. V.A. Frank-Kamenetskogo. Nedra, Leningrad,
1983, p. 359. (in Russian)*

*Smirnov Yu.D., Borovko N.G., Verbitskaya N.P.,
Rumyantseva N.A., Bekasova N.B., Gorskiy V.P.,
Yevdokimov Y.B., Lukyanova L.I. 1977. Geologiya i
paleogeografiya zapadnogo sklona Urala [Geology
and paleogeography of the western slope of the
Urals]. Nedra, Leningrad, p. 199. (in Russian)*

*Sokolov B.S. 1971. Vend severa Yevrazii [Vendi-
an of the north of Eurasia.] Geologiya i geofizika
6:13-22. (in Russian)*

*Rietveld H.M. 1967. Line profiles of neutron
powder-diffraction peaks for structure refinement.
Acta Crystallographica, 22(1):151-152.*

*Rietveld H.M. 1969. A profile refinement method
for nuclear and magnetic structures. Journal of Ap-
plied Crystallography, 2(2):65-71.*

*Suslov S.B., Teterin I.P. 1997. O proiskhozhdenii
«ekzoticheskikh» galek v «tillitovidnykh» konglom-
eratakh verkhnevilvenskoy podsvity venda [On the
origin of “exotic” pebbles in “tillite-like” conglom-
erates of the Verkhnevilvenskaya subformation of
the Vendian]. In: Geologiya i poleznyye iskopaye-
mye Zapadnogo Urala. Perm State Univ., pp. 30-31.
(in Russian)*

*Tomilina E.M., Paktovskiy Yu.G., Isayeva G.A.
2023. Sravnitel'naya kharakteristika pelitovoy frak-
tsii prob bazalnykh porod devonskogo almazonos-
nogo kollektora (Permskiy kray) [Comparative char-
acteristics of the pelitic fraction of rocks samples of
the Devonian diamond deposit (Perm region)]. In:
Geologiya i poleznyye iskopayemye Zapadnogo
Urala. 6(43):75-81. (in Russian)*

*Yapaskurt O.V. 2008. Litologiya [Lithology].
Izdatelskiy tsentr «Akademiya», Moskva, p.336. (in
Russian)*