

## Экскурсия 21

# МЕСТОРОЖДЕНИЯ ШУНГИТОВЫХ ПОРОД (МЕДВЕЖЬЕГОРСК – ШУНЬГА – ТОЛВУЯ)

### **Д. В. Рычанчик**

Старший научный сотрудник ИГ КарНЦ РАН,  
специалист в области литологии и геохимии

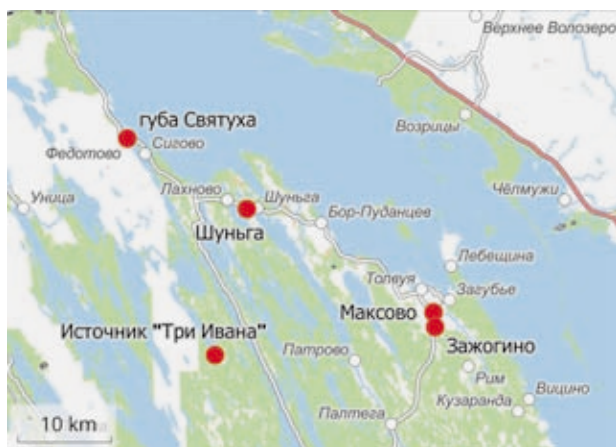
### **А. Е. Ромашкин**

Научный сотрудник ИГ КарНЦ РАН,  
специалист в области геологии и геохимии  
шунгитовых пород

**Место:** Заонежский полуостров,  
из г. Медвежьегорска – на юго-восток  
вдоль Повенецкого залива

**Координаты:** начало маршрута –  
дер. Шуньга 62.593028, 34.880427

**Как посетить:** самостоятельно или с экскурсоводом  
из ИГ КарНЦ РАН



**М**аршрут экскурсии и сами объекты расположены в пределах Заонежского полуострова. Мы предлагаем вам начать путешествие в г. Медвежьегорске. До пос. Толвуя маршрут пролегает по многим местам, уникальным в природно-ландшафтном и историко-культурном отношении.

Заонежский полуостров территориально расположен в центре крупной геологической структуры, которую называют Онежским синклинирием. Он представляет собой корытообразный прогиб в древнем архейском фундаменте, заполненный более молодыми, но тоже очень древними палеопротерозойскими горными породами.

➤ Архей – период в истории Земли древнее 2.5 млрд лет.

Палеопротерозой – период в истории Земли от 2.5 до 1.6 млрд лет.

Большинство озер полуострова, а также глубоко вдающихся в него губ и заливов Онежского озера имеют тектоническое происхождение (т. е. возникли в результате разломов в земной коре). Надо отметить, что большинство из них простирается с северо-запада на юго-восток. Это знаменитые Кижские шхеры, заливы и губы Онежского озера – Уницкая, Великая, Святуха, Кефтень-губа и др.; озера – Падмозеро, Путкозеро, Космозеро; системы озер – Турастам – Нижнее и Верхнее Мягрозеро, Карасозеро – Ладмозеро и др.

Особенностью заонежского ландшафта являются выходы на поверхность коренных шунгитоносных горных пород. Четвертичные ледниковые отложения в виде валунов, песка, глины и иного рыхлого материала мощностью от 0.2 до 7 м покрывают коренные горные породы заонежской свиты людиковийского надгоризонта палеопротерозоя.

Первая часть маршрута проходит вдоль крупного Повенецкого залива, расположенного в северной части Онежского озера. Он имеет протяженность 60 км, а наибольшая его ширина составляет около 18 км. На юго-западном берегу Повенецкого залива находятся сельские поселения – Федотово, Сигово, Шуньга, Падмозеро, Толвуя. В этой его части расположено несколько мелководных заливов и многочисленные острова. Территория богата полезными ископаемыми, среди которых углеродсодержащая порода шунгит стала «брендом» Заонежья. Во время экскурсии мы посетим объекты высокоуглеродистых пород людикийского надгоризонта – месторождения Шуньга (N 62.593028, E 34.880427) и Зажогинское, представленное Максовской и Зажогинской залежами (Зажогино N 62.479344, E 35.304365).

Маршрут экскурсии будет пролегать через одну из многочисленных и известных губ (так очень часто в Карелии называют заливы) Онежского озера.

*Губа Святуха* как и большинство заонежских озер и губ вытянута с северо-запада на юго-восток, имеет длинную и узкую форму и десятки каменистых островов (рис. 1). Она представляет собой узкий залив Онежского озера протяженностью 30 км и шириной менее одного. С вепсского языка Святуха переводится как святое озеро. Красивейшее место со множеством островов, огромными нависающими скалами. Губа неглубокая и в теплое время года хорошо прогревается, поэтому привлекает внимание многочисленных туристов и рыбаков.



Рис. 1. Губа Святуха

## ИСТОРИЯ ПОСЕЛЕНИЙ ШУНЬГА И ТОЛВУЯ

На нашем пути встречаются села, имеющие уникальную историю. Вокруг Толвуйского погоста археологические раскопки, проведенные в 1987–1991 гг., зафиксировали девять средневековых поселений, возникших впервые в 1375 г. Упоминания о старинных поселениях известны с XIV в. Сохранились удивительные по красоте и архитектуре дома (рис. 2).

*Село Шуньга* – одно из самых старинных поселений на Заонежском полуострове (первое упоминание о нем датируется 1375 г.). С XVII в. стало играть роль крупнейшего на Русском Севере центра торговли продовольственными и промышленными товарами. Ярмарки проводились до четырех раз в году, но стали терять популярность в конце XIX в.

*Поселок Толвуя*. Территория, где находится пос. Толвуя, как полагают ученые, была заселена еще в доисторические времена, но первое упоминание о населенном пункте относится к 1375 г. Его появление связывают со строительством неподалеку Палеостровского монастыря. С 1601 по 1606 гг. в Толвуйский погост под именем инокини Марфы была сослана Ксения Ивановна Романова – мать первого русского царя из династии Романовых. В 1613 г. боярин Романов Михаил Фёдорович был всенародно избран на русский престол. За помощь, оказанную Марфе в годы ссылки, крестьяне Толвуйского погоста были освобождены от уплаты налогов, что оставалось в силе вплоть до XIX в.



Рис. 2. Дом купца А. П. Белоглазова, дер. Тимохово

## УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИЕ (ШУНГИТОВЫЕ) ПОРОДЫ ОНЕЖСКОЙ СТРУКТУРЫ

Углеродистые породы издавна были известны на территории Карелии (рис. 3). Изначально их называли «черной Олонецкой землей» или «аспидом» («аспидным сланцем»). Позже их стали называть «землистым антрацитом».

А. А. Иностранцев описал 4 группы углеродистых пород Карелии (Иностранцев, 1879).

Иностранцев Александр Александрович (12 (24).7.1843, Петербург – 31.12.1919, Петроград), русский геолог, член-корреспондент Петербургской Академии Наук (1901). В 1867 г. окончил Петербургский университет, профессор. Основные работы посвящены геологическому исследованию севера Европейской России. Создал геологический музей и геологический кабинет в Петербургском университете.

1 – «черный, блестящий, алмазно-металлический углерод»; 2 – «более тяжелый, с большим содержанием золы углерод, с призматической отдельностью и слабым графитовым блеском»; 3 – «землистая разновидность»; 4 – «черный толстослоистый сланец». Ученый

писал: «По химическому составу изученный мной углерод шуньгского антрацита представляет значительное различие со всеми известными нам антрацитами». Позже в 1885 г. Иностранцев предложил называть новый минерал, внешне похожий на уголь-антрацит, шунгитом, по названию дер. Шуньга, близ которой он был найден. Из десятка присланных для исследования Иностранцеву заонежских образцов аморфного углерода, шунгитом была названа именно одна из них (см. рис. 7) блестящая разновидность. Со временем шунгитами стали называть все разновидности, и наступила путаница, когда и обогащенная углеродом порода и нигозерский сланец – все стали иметь одно название. Однако, как отмечает М. М. Филиппов, еще в 1871 г. канадский исследователь Э. Чэпмен блестящую высокоуглеродистую породу (> 90 C), найденную в Канаде в районе Великих озер, напоминающую уголь-антрацит, называл антраксолит – это групповое название для таких твердых антрацитоподобных битумов. Шунгитом, по мнению М. М. Филиппова, следовало бы называть полублестящую породу шуньгского типа, содержащую от 60 до 90 процентов углерода.

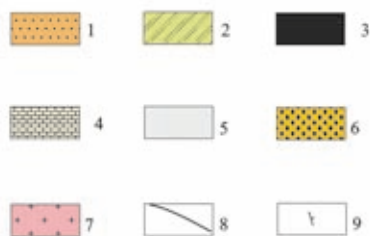
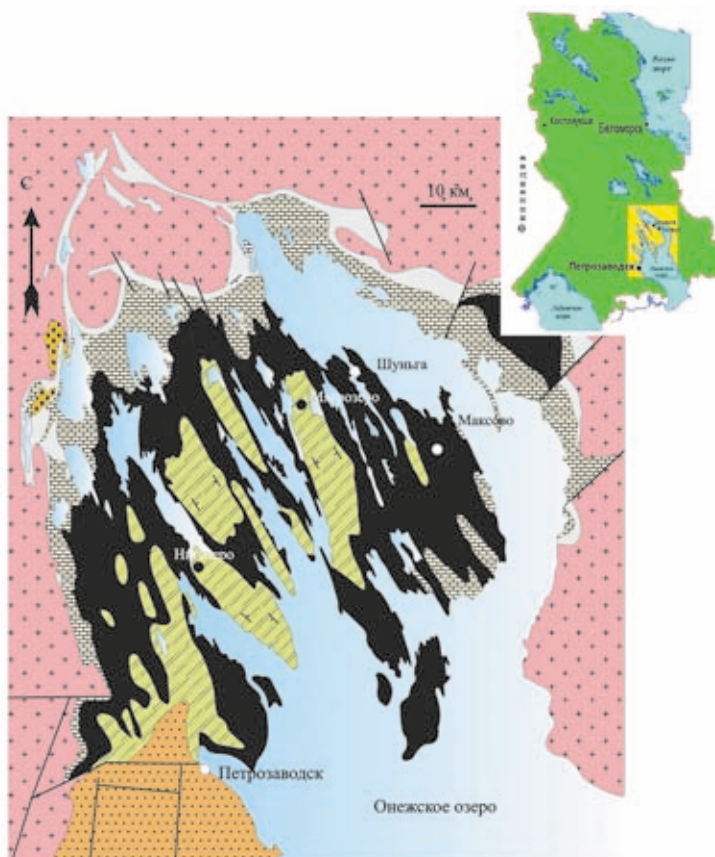


Рис. 3. Геологическая схема Онежско-го синклинория:

1 – вепсийский надгоризонт; 2 – калевийский надгоризонт; 3 – людиковский надгоризонт; 4, 5 – ятулийский надгоризонт (4 – онежский горизонт; 5 – сегозерский горизонт); 6 – сариольский надгоризонт; 7 – архейский фундамент; 8 – разрывные нарушения; 9 – элементы залегания слоистости. На врезке указано расположение Онежско-го синклинория



А как быть с распространенным мнением, что карельский шунгит уникален и нигде в мире ничего подобного не встречается? Подобные карельским шунгитам породы встречаются и на других территориях. Ученым известно, что подобные породы с аналогичными свойствами и примерно того же возраста (~2 млрд лет) были обнаружены в Центральной Африке, в Габоне, и некоторых других странах. Термин «шунгит» после исследований А. А. Иностранцева в дальнейшем стали применять ко всем породам Карелии, содержащим органический углерод. Наибольшее распространение получила классификация, предложенная П. А. Борисо-

вым (Борисов, 1956). Она довольно проста и понятна, часто используется и в настоящее время. Основным классификационным признаком в ней является содержание шунгитового вещества (т. е. углерода) в породе (табл.). Фактически это промышленная (эмпирическая) классификация. В ней сохранено традиционное название «шунгит» и выделены разновидности: шунгит I – природный битум с содержанием С – 98 % (или антраксолит). К шунгитам II–V относятся осадочные, вулканогенно-осадочные, хемогенные породы с содержанием углерода (в мас.%), соответственно: шунгит II – 35–70 %, шунгит III – 20–35 %, шунгит IV – 10–20 %, шунгит V < 10 %.

**Классификация шунгитовых пород** (по: Борисов, 1956)

Состав пород в компонентах	Разновидности шунгитовых пород				
	I	II	III	IV	V
Содержание углерода, %	98	60	35	20	5–10
Зола, %	2	40	65	80	90–95

Несмотря на свою простоту, эта классификация не учитывает состав минеральной основы, типы пород и генезис органического вещества. Так в одну и ту же группу могут попасть породы различного состава и происхождения, такие как лидиты (кремни, содержащие углерод), доломиты, песчаники, алевролиты, сланцы и др. Впоследствии создавались и другие классификации – Л. П. Галдобиной (1975), В. И. Горлова (1984), Ю. К. Калинина (1984). Одной из последних классификаций шунгитовых пород Карелии является генетическая классификация, предложенная М. М. Филипповым (Филиппов, 2002). В ней породы подразделяются на 4 группы в зависимости от типа шунгитового вещества:

– *Первая группа* – с первично-осадочным веществом – сапропелитовые породы: осадочные, вулканогенно-осадочные, хемогенные породы с содержанием углерода до 10–15 %, для них характерна слоистая текстура.

– *Вторая группа* – с миграционным веществом – битумолитовые породы: бывшие коллекторы углеводородов; шунгитовое вещество содержится в межзерновом пространстве минеральной матрицы. В эту группу включены также проявления жильных антраксолитов.

– *Третья группа* – породы, в которых шунгитовое вещество первично-осадочное, миграционное и смешанное – это сапробитумолитовые породы, сформировавшиеся в процессе развития складок нагнетания. Их можно называть экструзивными, для них характерен пелитовый облик, массивная и брекчиевидная текстуры.

– *Четвертая группа* – породы с переотложенным шунгитовым веществом, которое входит в состав терригенных частиц или захоронено в осадке в виде сгустков («лепешек») вязких битумов. Это вулканогенно-осадочные породы с низким (1–5 %) содержанием углерода. Породы первых трех групп относятся к зонежской свите, а четвертой – к кондопожской свите.

**Характеристика пород, содержащих органический углерод.** Большинство пород, слагающих Онежскую структуру, образовались в интервале времени от 2500 до 1650 млн лет назад. Собственно углеродистые породы наиболее широко представлены в составе двух стратиграфических подразделений (людиковийском и калевийском надгоризонтах; Общая стратиграфическая..., 2000), время образования которых находится в следующем возрастном интервале:

– людикийский – 2100–1920 млн лет (максимальное накопление С-вещества);

– калевийский – 1920–1800 млн лет (накопление С-вещества в количестве 1–5 %).

Суммарное количество органического углерода, накопленное в Онежской структуре, оценивается в  $25 \times 10^{10}$  т (Филиппов, 2002). По составу минеральной основы шунгитовые породы чрезвычайно разнообразны. Они представлены кремнистыми (лидиты, кремнистые сланцы, маковиты), карбонатными (долами-

ты, известняки), терригенными (алевролиты, песчаники), первично-глинистыми и вулканогенно-осадочными породами.

*Краткая характеристика пород людикийского надгоризонта* (возраст 2100–1920 млн лет). Надгоризонт (назван по людикийской ветви карельского народа) представлен 2 свитами, заонежской и суйсарской. Разрез заонежской свиты представлен на рис. 4.

Заонежская свита включает в себя осадочные, вулканогенно-осадочные и вулканогенные образования. Характерной особенностью свиты является присутствие в слагающих ее породах органического вещества, по исторически сложившейся традиции называемого шунгитовым веществом. Только в этой свите Онежской структуры присутствуют пласты, линзовидные прослои углеродсодержащих пород (в литературе чаще называемые горизонтами) с необычайно высоким содержанием  $C_{орг}$  более 20 %. Основная часть этих горизонтов приурочена к средней части свиты.

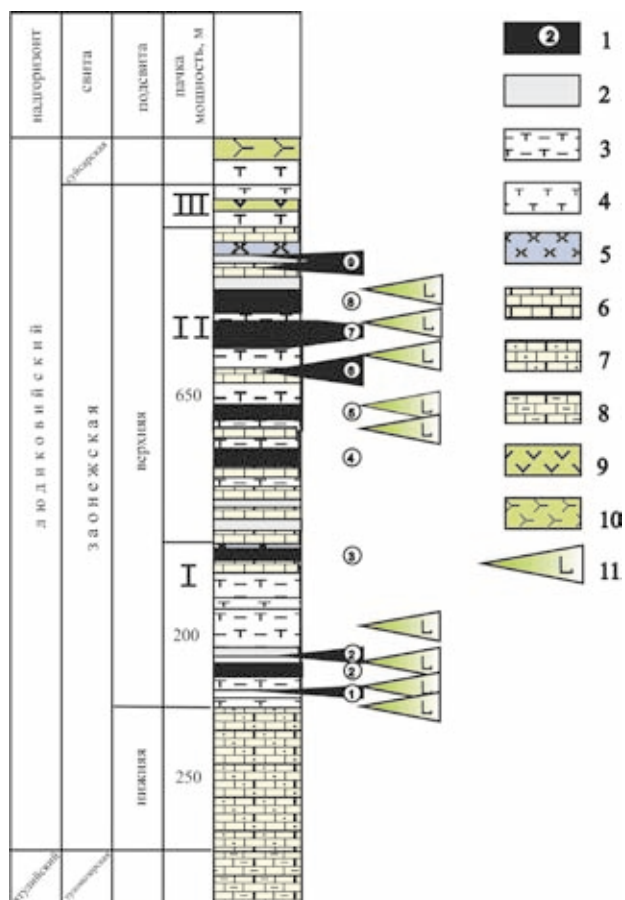


Рис. 4. Стратиграфическая колонка заонежской свиты и положение горизонтов шунгитоносных пород:

- 1 – горизонты шунгитоносных пород и их номера;
- 2 – алевролиты;
- 3 – туфиты;
- 4 – туфы базальтов;
- 5 – кремнистые породы;
- 6 – доломиты;
- 7 – карбонаты, сланцы;
- 8 – доломиты, алевролиты;
- 9 – базальты;
- 10 – основные и ультраосновные лавы суйсарской свиты;
- 11 – силлы габбродолеритов

## МЕСТОРОЖДЕНИЕ ШУНГИТОВ ШУНЬГСКОЕ (ШУНЬГА)

Широкую известность с. Шуньга получило благодаря открытию месторождения высокоуглеродистых шунгитовых пород (шунгитов). Историческая горная выработка – штольня (рис. 5, 6) в настоящее время находится под государственной охраной как геологический памятник природы (памятник природы регионального значения Шуньгский разрез, утвержден Постановлением Совета Министров КАСР от 29.07.1981 г.; координаты  $62^{\circ}35'$  с. ш.,  $34^{\circ}56'$  в. д.). Вход в штольню виден справа от дороги, не доезжая села.

Штольня – это горизонтальная горная выработка.

Черные углеродистые породы (первоначально принятые за каменный уголь) впервые были обнаружены в 1842 г. горным инженером И. К. Комаровым при обследовании коренных выходов. Название шунгит этим породам было дано позднее геологом А. А. Иностранцевым по наименованию близлежащего населенного пункта, где эта черная блестящая высокоуглеродистая порода была впервые обнаружена. Иностранцев определил шунгит как «крайний член в ряду аморфного угле-

рода», подобный антрациту (каменный уголь высшего качества).

Естественные обнажения шунгита представляют собой кряж северо-западного простирания, восточная и северная части которого обрывисты и образуют стенку высотой до 10 м. В основании стенки видны два входа в штольню – горизонтальную подземную выработку. Доступно только восточное устье штольни (рис. 5), западное и северное в настоящее время засыпаны. Вход в штольню из соображений безопасности в настоящее время ограничен решеткой.

Детальное изучение месторождения и основные сведения о его строении были проведены в 1932–1933 гг. Н. И. Рябовым в ходе геологической разведки. Позднее на месторождении и в ближайших окрестностях были пробурены лишь три скважины (работы 1970 г.). Возможность использования шунгита в качестве топлива показала его низкую эффективность.

Месторождение представляет собой пологую синклиналию структуру размером 1.5 × 0.5 км, вытянутую в СЗ направлении, обращенную в сторону оз. Путкозера. Среди сланцев и алевролитов высокоуглеродистые породы образуют два продуктивных пласта: нижний, со средней мощностью 3 м, и верхний – не более 1.85 м. Углы падения пластов в западной части достигают 40–45°, на востоке 12–15°, по мере погружения пластов в СВ направлении их мощность в целом уменьшается. Пласты могут выклиниваться,

расщепляться, их разделяет прослой серых шунгитосодержащих доломитов. Перекрывает продуктивную толщу лидит-доломитовый комплекс. При опробовании стенок карьера был выявлен еще один уникальный материал – фосфоритовые прослои в шунгитовых породах и доломитах (Ромашкин и др., 2012). В отличие от других палеопротерозойских фосфоритов, представленных в основном конкрециями, шунгитские представляют собой микропрослои апатита в шунгитовых породах и их перекристаллизованные реликты в доломитах.

Непосредственно на месторождении, в районе штольни (рис. 7, а) пос. Шуньга, породы в разрезе (сверху вниз) представлены: 1) перекрывающий комплекс (третья пачка): шунгитосодержащие биотит-серицит-кварцевые, биотит-серицит-хлоритовые сланцы и алевролиты, линзы доломитов; 2) шунгит-лидит-доломитовый комплекс: лидиты (4–6 м), будинированные шунгитосодержащие массивные доломиты (7–14 м), лидиты (1.5–2.5 м), мелкокристаллические шунгитосодержащие доломиты (1–3 м), шунгитовые породы (шунгит 2) (0.3–1.85 м), шунгитосодержащие доломиты (1–2 м), шунгитовые породы с прослоями, линзами и будинами шунгитосодержащих доломитов (4–8 м), шунгитосодержащие доломиты (0.2–0.8 м). Среди особенностей Шунгитского месторождения отметим отсутствие постепенных переходов между лидитами и доломитами, лидитами и шунгитовыми породами, доломитами. Быстрая смена пород наблюдается и по вертикали, и в горизонтальном направлении. Мелкая



Рис. 5. Месторождение Шуньга, вход в штольню



Рис. 6. Подземная выработка с прослоем антраксолита на выходе из штольни

складчатость с амплитудой 4–5 м создает прихотливую, гофрированную форму обоих пластов шунгитовых пород. Более поздние деформации представлены разрывными нарушениями (рис. 7, б), по которым происходило небольшое (до 1 м) смещение пород. Попадающий в такие зоны жильный антракосолит раздроблен на остроугольные обломки и бывает залечен кальцитом и гипсом. Более детальное описание осо-

бенностей строения месторождения, зарисовки стенок карьера и штолен можно найти в ряде работ (Филиппов, 2002; Атлас текстур..., 2007).

*Антракосолит (шунгит I)*, именуемый еще «блестящей» разностью, слагает субсогласную жилу в пачке шунгитовых пород (см. рис. 6). Для него характерен алмазный блеск, раковистый излом, скорлуповато-концентрические «отпечатки» на поверхностях скола (рис. 7, в, д).

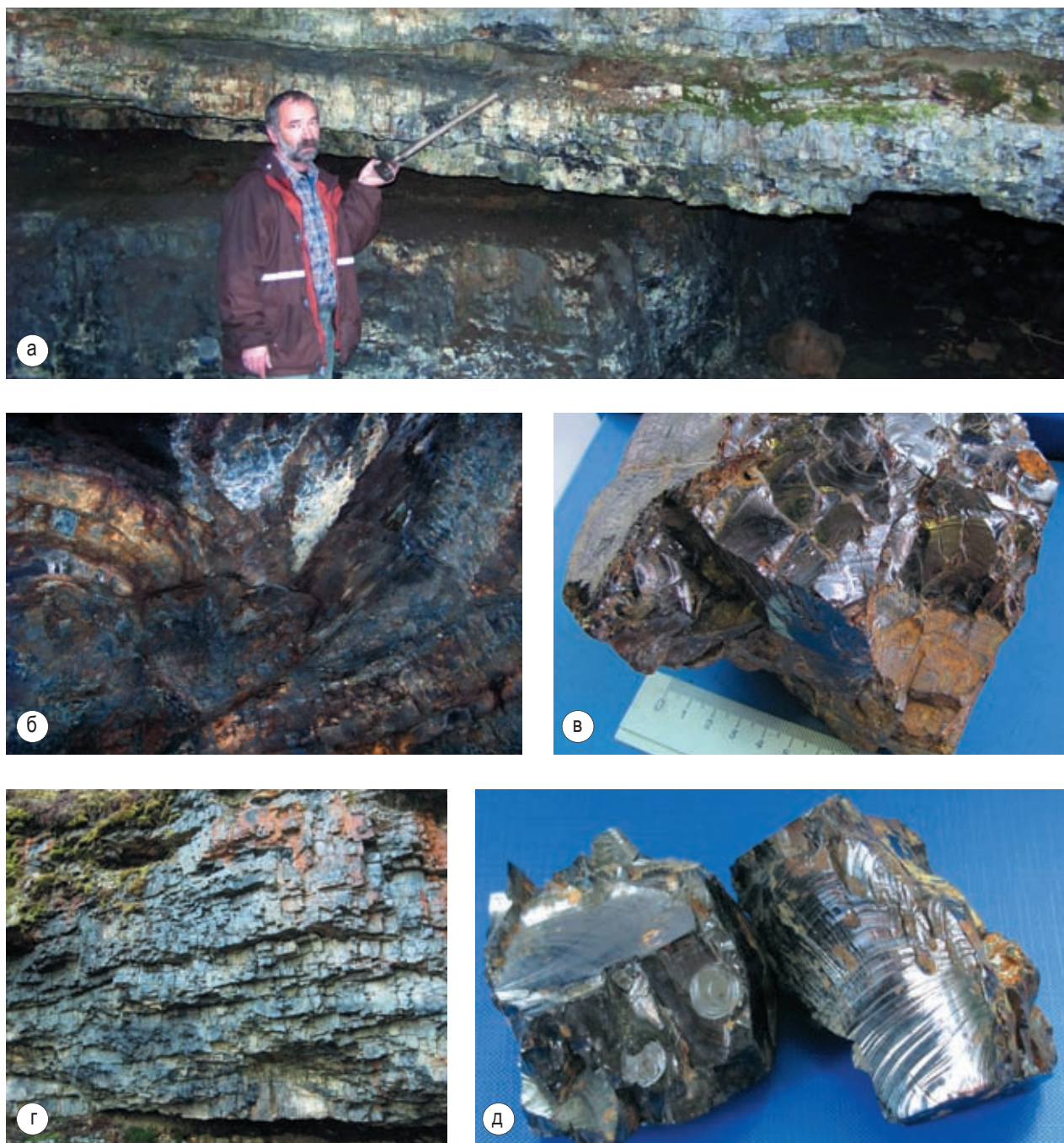


Рис. 7. Месторождение Шунга: коренные выходы пород (а, б) и образцы антракосолита с раковистым изломом (в, д) и шунгита II (г)

*Шунгиты II* внешне похожи на антрацит графитовым блеском и параллелепипедальной отдельностью (рис. 7, г). Их облик зависит, главным образом от содержания  $C_{cb}$ . Обогащенные С-веществом породы называют шунгитами: при концентрации углерода 60–75%  $C_{cb}$  – «полублестящей» разностью, а при 50–60% они переходят в разряд «полуматовых». В минеральную основу шунгитовых пород, помимо кварца и серицита, входят хлорит, пирит и флогопит, встречаются альбит и гипс. При этом состав минеральной основы быстро меняется по разрезу слоистой пачки, чем он принципиально отличается от простого минерального состава максовитов куполовидных тел (как в Толвуде). По современным представлениям они являются высшими битумами высокой степени метаморфизма и представляют собой продукты метаморфических изменений нефтей (Melezhik et al., 2009).

### МЕСТОРОЖДЕНИЕ ЗАЖОГИНСКОЕ (ЗАЛЕЖИ ШУНГИТОВЫХ ПОРОД МАКСОВО, ЗАЖОГИНО)

В 3 км к югу от пос. Толвудя (62°29' с. ш., 35°18' в. д.) слева от дороги находится разрабатываемое месторождение высокоуглеродистых шунгитовых пород – Максово (рис. 8, 9). Запасы полезного ископаемого здесь оцениваются на уровне 30,2 млн т. Месторождение разрабатывается открытым (карьерным) способом. Размеры залежи по контуру содержания с  $C > 20\%$  составляют 500 × 700 м; мощность шунгитовых пород в центре – до 120 м. Через километр, справа от автомобильной дороги находится еще одно месторождение высокоуглеродистых пород – Зажогино. В геологическом плане объект представляет собой небольшую куполовидную постройку – залежь диапирового типа. Размеры залежи 400 × 300 м. Мощность шунгитоносных пород в ней не превышает 60 м, запасы пород (при содержании  $C > 20\%$ ) составляют 2,7 млн т.

**Шунгитоносные породы** – породы с высоким содержанием ШВ (по классификации П. А. Борисова – это шунгиты III и II). Среди них выделяются *максовиты*, названные по названию максовской залежи, где они наиболее полно изучены (Атлас текстур..., 2007). Они образуют горизонты с содержанием  $C_{орг.} > 20\%$  и до 35–40%, формируют куполо-

видные антиклинальные складки и пласты (см. рис. 8, 9), часто выклинивающиеся или раздваивающиеся, не выдержанные по мощности (от первых метров до более 100 м).

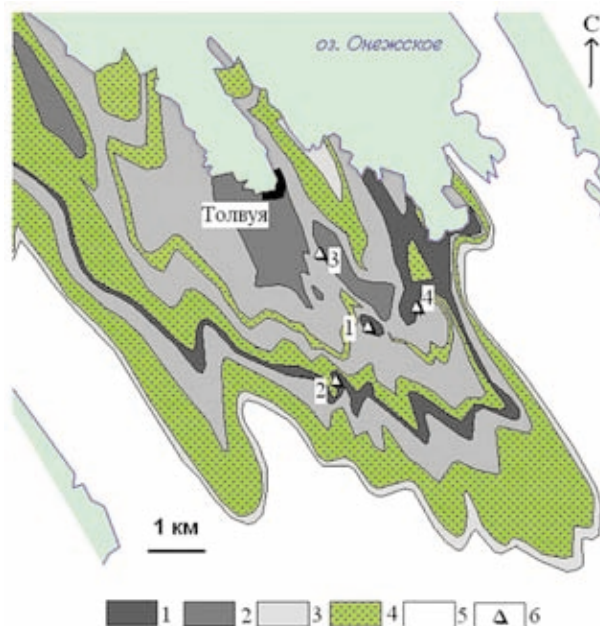


Рис. 8. Схема геологического строения Толвудейской синклинали с месторождениями максовитов (Филиппов, 2002):

1 – максовиты (6-й горизонт); 2–3 – породы шунгитосодержащие (7–9 горизонт); 4 – силлы габбродолеритов; 5 – подстилающие породы. Залежи: 1 – Максовская, 2 – Зажогинская, 3 – Мельничная, 4 – Калейская

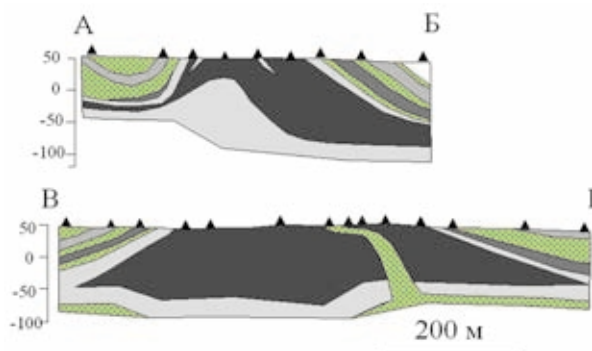


Рис. 9. Куполовидное строение Максовского месторождения шунгитовых пород: упрощенно по двум разрезам А–Б и В–Г, построенным по скважинам (по: Купряков, 1994):

(черным цветом выделены максовиты, серым разных оттенков – шунгитосодержащие породы, зеленым – силлы габбродолеритов)



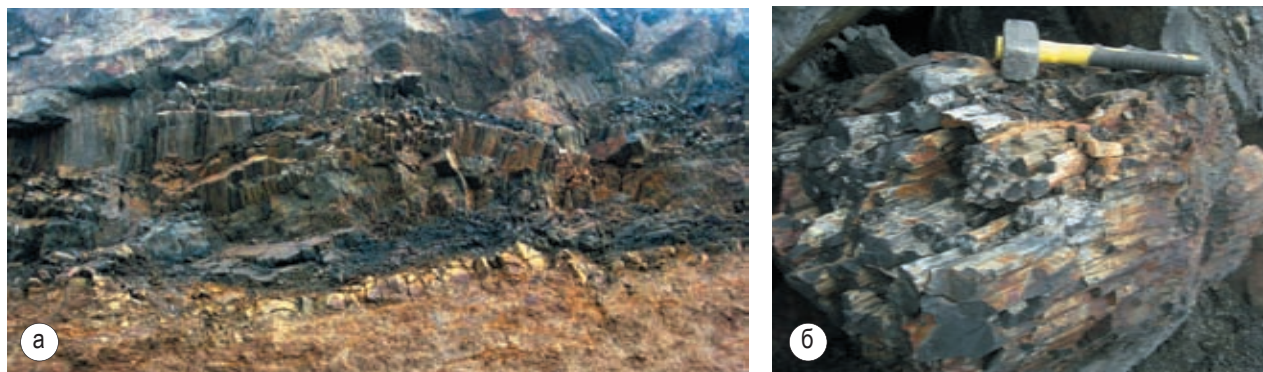


Рис. 10. Столбчатая отдельность в шунгитах (а, б)



Рис. 11. Шунгит массивный (а), с тонкими трещинками (б) и сульфидами (в)

Весьма любопытные текстуры пород можно наблюдать в карьере (рис. 10). По текстурным признакам среди них выделяются (Рычанчик, Ромашкин, 2000): слоистые, массивные, трещиноватые, брекчированные максовиты, максовиты с миндалевидными включениями и с сульфидами (рис. 11). Породы серовато-черные, матовые, плотные, пелитоморфные. Приурочены они к первой и второй пачкам нижней подсвиты заонежской свиты. В разных частях их распространения выделяется до 9 таких горизонтов. Среди них:

*Слоистые максовиты* встречаются только на участках выклинивания купольных тел и в их подошве. Визуально слоистость проявляется при снижении содержания  $C_{св}$  ниже 20%. Слоистость тонкая и неотчетливая, материал обычно алевритовой размерности.

*Массивные максовиты* – это пелитоморфные породы от темно-серого до черного цвета с содержанием  $C_{св}$  в среднем 30–35%. Содержат тонкую рассеянную вкрапленность пирита (размером от 2–3 мм, иногда до 0.5–1.5 см). Сульфиды на поверхности окисляются, вода

в небольшом водоеме карьера месторождения Зажогинское сильно ожезненная (рис. 12).

### ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШУНГИТОВЫХ ПОРОД КАРЕЛИИ

При поверхностном разрушении шунгитовые породы образуют плодородный пахотный слой земли, названный академиком Ф. Ю. Левинсоном-Лессингом «олонецким черноземом». Углеродсодержащие (шунгитовые) породы Карелии, или как их называли в древности «черная Олонецкая земля», вероятно, с половины XIV в. уже использовалась местным населением для приготовления черной краски (Филиппов, 2002).

Позже растертые породы стали использовать для смазки осей машин. Большие объемы шунгитовых пород стали добываться во время строительства Санкт-Петербурга для внутренней и внешней отделки зданий. Примерами



Рис. 12. Озеро с железистой водой в шунгитовом карьере

могут служить Казанский собор (использовались при изготовлении мозаичных полов), чаши для фонтанов Летнего сада (использовались вместе с белым мрамором). Позже эти породы использовались при отделке Исаакиевского собора и Нового Эрмитажа.

Но, пожалуй, наиболее длительное время шунгитовые породы принимали за уголь и пытались использовать их в качестве обычного горючего ископаемого. Большинство этих испытаний показало, что из-за специфических свойств этих пород, использование их в качестве угля

малоэффективно: более подробно об исследованиях шунгитовых пород в качестве топлива можно прочесть в работах (Филиппов, 2002, 2004). Были попытки использовать лидиты (силициты, содержащие углерод) как пробирный камень, но исследования были прекращены из-за обильной трещиноватости пород.

В настоящее время шунгитовые породы активно разрабатываются (рис. 13), их используют в металлургии (Зажогинское месторождение) как заменитель одновременно кокса и кварцита. Используются они также при



Рис. 13. Отгрузка шунгита, пос. Толвуя

получении карбида кремния как замена более дорогого и дефицитного кокса. Поскольку шунгитовые породы, особенно «максовиты» (шунгит III и II), являются хорошими адсорбентами, то их используют при водоподготовке и очистке сточных вод. На основе пород Зажогинского месторождения разработаны различные радиоэкранирующие композиционные материалы. Применяются они также в технологиях получения резин, полимеров, мастик, красок и др. В последние годы широкую популярность шунгитовые породы приобрели благодаря их использованию в медицине. Рекламируется, что многие лекарственные препараты на основе шунгитовых пород обладают чудодейственными свойствами. Но надо отметить, что полноценных научных медицинских исследований с этими препаратами не проводилось и объективные оценки их эффективности отсутствуют. Еще один всплеск интереса к шунгитам Карелии произошел в 1992 г. и был вызван тем, что в них были обнаружены природные фуллерены. Интерес к наноматериалам на основе шунгитов сохраняется и в настоящее время (Ковалевский, 2011; Рожкова, 2011), он вызван их высокими адсорбционными, каталитическими и бактерицидными свойствами.

О фуллерене. Изучение карельского максовита в одном из университетов США с помощью спектрального микроскопа позволило обнаружить в нем молекулы углерода  $C_{60}$ , которые называют фуллерены (рис. 14). Структура  $C_{60}$  очень необычна: 60 атомов составляют правильную сферу, их размер около 1 нм (нанометра).

▶ Фуллерен – это молекулярное соединение, представляющее собой выпуклые замкнутые многогранники (5–6-гранные), составленные из атомов углерода

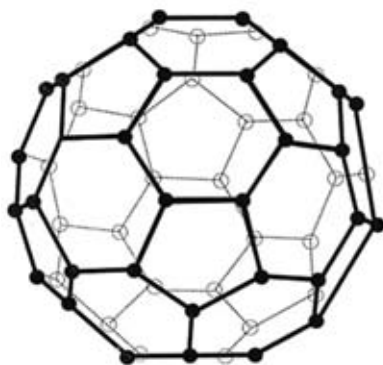


Рис. 14. Молекула фуллерена

в координации 3. Молекулы, состоящие из 60 или 70 атомов углерода, формируют сферы типа футбольного мяча. Так  $C_{60}$  состоит из 20 шестиугольников и 12 пятиугольников. Своим названием фуллерен обязан инженеру и архитектору Фуллеру Ричарду Бакминстеру, чьи архитектурные конструкции куполов зданий были построены из 5- и 6-угольных элементов.

## ПРИРОДНЫЕ ЦЕЛЕБНЫЕ ВОДНЫЕ ИСТОЧНИКИ

К югу от Толвуи (62°28' с. ш., 35°18' в. д.) расположен источник «Царицын ключ» с холодной и прозрачной водой. По преданиям мать первого царя из династии Романовых Ксения Ивановна, сосланная в Толвуу и жившая под именем инокини Марфы, брала из него воду. Вода этого источника действительно обладает сильным успокаивающим эффектом (Макарихин и др., 2006).

На обратном пути, возвращаясь в Медвежьегорск, можно посетить другой целебный источник. После моста через губу Святуха повернуть налево и продолжить путь на юг, чтобы добраться до целительного источника «Три Ивана». Перед дер. Кажмой следует свернуть направо, оставив по левую руку узкое и протяженное оз. Космозеро, а по правую руку широкое Ванчозеро. На V-образной развилке, которая встретится через пять с небольшим километров, свернуть налево и обогнуть Мягрозеро с юго-востока. 8 км спустя нужно еще раз повернуть налево и ехать строго на юг. (Надо иметь в виду, что грунтовая дорога до источника в сырую погоду может оказаться непроходимой.) Проехав еще 3 км и не пропустив указателя в виде креста, доберемся до источника «Три Ивана» (62°42' с. ш., 34°87' в. д.). После его посещения возвращаемся обратно тем же путем.

По химическому составу вода целебного источника гидрокарбонатная магниево-кальциевая, почти не содержит железа, без осадка, без вкуса и запаха. Результаты клинических исследований, которые проводились с 1985 г., дают основание отнести воду источника «Три Ивана» к новому типу пресных минеральных вод. По данным исследований Республиканского кожно-венерологического диспансера был выявлен эффект при лечении экземы.

## ЛИТЕРАТУРА

- Атлас* текстур и структур шунгитоносных пород Онежского синклинория / Ред. М. М. Филиппов и др. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. 80 с.
- Борисов П. А.* Карельские шунгиты. Петрозаводск, 1956. 92 с.
- Иностранцев А. А.* Новый крайний член в ряду аморфного углерода // Горный журнал. 1879. Т. 11, № 5–6. С. 314–342.
- Ковалевский В. В.* Шунгит – природный фуллереноподобный углерод: структура, свойства, модификация, новые направления использования. // Фуллерены и наноструктуры в конденсированных средах. Минск: Изд. центра БГУ, 2011. С. 74–79.
- Купряков С. В.* Геология и генезис шунгитовых пород Забогинского месторождения // Органическое вещество шунгитоносных пород Карелии. Петрозаводск, 1994. С. 93–98.
- Макарихин В. В., Медведев П. В., Рычанчик Д. В.* Геологические памятники природы Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2006. 192 с.
- Онежская* палеопротерозойская структура (геология, тектоника, глубинное строение и минерагения). Петрозаводск, 2011. 432 с.
- Рожкова Н. Н.* Наноуглерод шунгитов. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2011. 100 с.
- Ромашкин А. Е., Лепланд А., Йусу Л., Рычанчик Д. В., Голубев А. И.* Фосфоритовый горизонт высокоуглеродистых пород людиковия Онежской структуры // Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып. 15. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2012. С. 62–69.
- Рычанчик Д. В., Ромашкин А. Е.* Особенности внутреннего строения Максовской залежи шунгитовых пород // Углеродсодержащие формации в геологической истории: Тр. междунар. симпоз. Петрозаводск, 2000. С. 73–79.
- Филиппов М. М.* Шунгитоносные породы Онежской структуры. Петрозаводск, 2002. 280 с.
- Филиппов М. М.* Шунгитоносные породы Карелии: черная Олонецкая земля, аспидный сланец, антрацит, шунгит. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2004. 488 с.
- Melezhik V. A., Fallick A. E., Filippov M. M., Lepland A., Rychanchik D. V., Deines Y. E., Medvedev P. V., Romashkin A. E., Strauss H.* Petroleum surface oil seeps from Palaeoproterozoic petrified giant oil field // Terra Nova. 2009. Vol. 21. P. 119–126.