Контрольна робота

**«Мінералогія, петрографія та кристалографія»**

студентки ІІ курсу

ЗОПГ – 06.1

Погорілої О.Ю

м.Кривий Ріг

2007р.

1. Оптические и электрические свойства минералов. Их роль в диагностике. Направления использования минералов в науке и технике

Оптиические свойства минералов.

Цвет - важный признак минералов, который, однако, можно использовать лишь в совокупности с другими свойствами. Окраска минерала определяется его химическим составом (основным и примесями), структурой, механическими примесями и неоднородностями. В связи с этим один и тот же минерал может иметь различную окраску, а разные минералы бывают окрашены в одинаковый цвет. Цвет минерала может осложняться интерференцией света в его поверхностных частях, что вызывает, например, появление серых, синих и зеленых переливов. Описывая минерал, следует стремиться к возможно более точному определению цвета. Если в одном куске минерала цвет изменяется, необходимо указать характер смены окраски.

Для непрозрачных и сильно окрашенных слабопрозрачных минералов важным диагностическим признаком является цвет минерала в порошке, или цвет черты. Он может быть и таким же, как в куске, но может от него отличаться. У прозрачных и большинства просвечивающих минералов порошок белый или слабо окрашенный. Для определения цвета порошка минералом проводят по шероховатой поверхности фарфоровой пластинки, называемой бисквитом, на которой остается черта, соответствующая цвету порошка; если твердость минерала больше твердости бисквита, на последнем остается царапина.

Прозрачность, характеризующая способность минерала пропускать свет, зависит от его кристаллической структуры, а также от характера и однородности минерального скопления. По этому признаку выделяют минералы: непрозрачные, не пропускающие световых лучей; прозрачные, пропускающие свет подобно обычному стеклу; полупрозрачные или просвечивающие, пропускающие свет подобно матовому стеклу; просвечивающие лишь в тонкой пластинке. Агрегаты многих минералов на глаз кажутся непрозрачными.

Блеск зависит от показателя преломления минерала и от характера отражающей поверхности. Выделяют минералы с металлическим блеском, к которым относятся непрозрачные минералы, имеющие темноокрашенную черту. Блеск, напоминающий блеск потускневшего металла, называют металловидным (полуметаллическим). Значительно более обширную группу составляют минералы с неметаллическим блеском, к разновидностям которого относятся: алмазный, стеклянный, жирный, перламутровый, шелковистый, восковой и, в случае отсутствия блеска, матовый.

Электрические свойства минералов.

Электропроводностью называют способность минерала проводить электричество. Электропроводность отражает тип химических связей, особенности химического состава, структуры и дефектности, т.е. электронное строение кристалла (расположение и взаимодействие атомов).

Мерой электропроводности служит удельное электрическое сопротивление Ω, выражаемое в омсантиметрах. В зависимости от величины электропроводности и типа электронного строения все минералы подразделяются на

проводники: Ω = 10-6 – 102 Ом

полупроводники: Ω = 103 – 1010 Ом

диэлектрики: Ω = 1010 – 1017 Ом

К минералам-проводникам относятся главным образом самородные металлы с металлическим типом химической связи, т.к. валентная зона у проводников занята электронами наполовину и частично перекрывается зоной проводимости, в которых атомы имеют свободные энергетические уровни. Электропроводность металлов уменьшается с ростом Т и обычно увеличивается с повышением концентрации примесей.

К минералам-полупроводникам относятся сульфиды и оксиды. Их проводимость связана с переходом при нагревании части электронов из валентной зоны в зону проводимости. Соответственно их электропроводимость увеличивается с ростом Т и особенно зависит от содержания примесей и структурных дефектов. Примесная проводимость обусловлена избыточными зарядами.

К диэлектрикам принадлежит большинство минералов. Они характеризуются наличием заполненных зон. Их называют изоляторами. Но их можно наэлектризовать путем трения, облучения. Важная роль в возникновении электропроводности принадлежит дефектным структурам, в которых создаются благоприятные условия для свободного передвижения электронов. В минералах с дефектными структурами возникает аномально высокая электропроводность.

Данные свойства важно знать при исследовании геофизическими методами, т.к. рудные залежи обычно имеют большую электропроводимость по сравнению с вмещающими породами.

В 1880 г. братья Кюри показали, что если к некоторым кристаллам приложить механическое напряжение вдоль определенных направлений, то в них возникает электрическое поле. При этом одна из граней кристалла становится положительно заряженной. Такое явление называется прямым пьезоэлектрическим эффектом. Если растяжение сменяется сжатием, знак заряда меняется на противоположный.

И, наоборот, если электрическое поле приложить к кристаллу, обладающему пьезоэлектрическим свойством, то размеры последнего несколько изменятся. Такое явление называется обратным пьезоэлектрическим эффектом.

Пьезоэлектрические свойства кристаллов широко используются в технике, в частности при создании кварцевых резонаторов для контроля частоты в часах, в качестве генератора ультразвуковых колебаний, в подводной связи и радиолокации, для измерений давления в стволах орудий и цилиндрах двигателей.

Наибольшее практическое значение среди минералов, обладающих пьезоэлектрическими свойствами, имеют совершенные кристаллы кварца, горного хрусталя и мориона. Ввиду дефицита природного пьезокварца используют синтетический кварц.

В Индии и Шри-Ланке уже много столетий известно, что если турмалин нагревать над тлеющими углями, то пепел поначалу притягивается к нему, а затем снова опадает. Это явление, связанное с поверхностными электрическими зарядами, называется пироэлектричеством. Это явление тесно связано с пьезоэлектричеством. Когда кристаллы при нагревании (охлаждении) расширяются (сжимаются), они оказываются в деформированном состоянии, и поэтому разделить пиро- или пьезоэлектричество бывает очень сложно.

Пироэлектрические кристаллы используются в качестве преобразователя тепловой энергии в электрическую (солнечные батареи).

Нет ни одной отрасли промышленности, где бы не применялись те или иные полезные ископаемые либо непосредственно в сыром виде, либо в виде продуктов соответствующей переработки. Всем известно колоссальное значение в жизни человека железа, добываемого из богатых этим элементом руд путем металлургической переработки последних на различные сорта чугунов и сталей. Железо—главный нерв промышленности. Оно является основой металлургии, машиностроения, судостроения, железных дорог, мостов, железобетонных сооружений, оснащения военных армий, изготовления товаров широкого потребления и т. д. В свою очередь металлургия одного только железа поглощает около 40% добываемого твердого минерального топлива в виде каменных углей, перерабатываемых на кокс. Громадную роль в развитии промышленности играет и жидкое минеральное топливо—нефть и продукты ее переработки. Все большее значение приобретают горючие газы. В развитии цветной металлургии, электропромышленности, судостроения, машиностроения и других отраслей промышленности крупную роль играют так называемые цветные металлы, добываемые из руд меди, цинка, свинца, алюминия, никеля, кобальта. Исключительное оборонное значение имеют так называемые редкие металлы: вольфрам, молибден, ванадий, хром и др. Развитие сельского хозяйства тесно связано с использованием минеральных удобрений: калиевых минералов (калийные соли), минералов, содержащих фосфор (апатит, фосфориты), азот (селитра) и пр. Химическая промышленность в значительной мере базируется на минеральном сырье. Так, для сернокислотного производства используются богатые серой колчеданы (пирит); многочисленные минералы употребляются для приготовления химических препаратов—самородная сера, селитра, плавиковый шпат, минералы бора, калия, натрия, магния, ртути и др.; в резиновом производстве используются сера, тальк, барит; в изготовлении взрывчатых веществ—сера, селитра, инфузорная земля; для производства кислотоупорных и огнеупорных материалов—асбест, кварц, графит и др.; в красильном деле и в изготовлении эмали и глазури—галенит, сфалерит, барит, минералы титана, меди, железа, мышьяка, ртути, кобальта, бора, криолит, ортоклаз, циркон; в писчебумажном производстве—тальк, каолин, сера, квасцы, магнезит и т. д. Каменная и поваренная соли служат необходимой составной частью пищи человека. Ряд минералов и продуктов их химической переработки применяется в виде лекарств (мирабилит—глауберова соль; минеральные воды—нарзан, боржом и др.; соли висмута, бария, бора, иода). Для лечебных целей используются также минеральные источники (сероводородные, углекислые, железистые, соляные и пр.) и природные грязи. В медицине применяются радиоактивные вещества, добываемые из радиоактивных минералов. Большую роль в жизни человека играют и поделочные камни. Помимо драгоценных камней, идущих большей частью на украшения и художественные изделия, многие цветные камни используются для облицовки стен. Лучшие сооружения нашей родины украшаются розовым родонитом, разноцветной яшмой, мрамором, кварцитами. Кварц, исландский шпат, слюда, турмалин, флюорит идут для изготовления оптических приборов. Из агата, корунда, циркона и других твердых минералов изготовляются подшипники для часов и других точных приборов. Алмаз (карбонадо), корунд, гранат, кварц употребляются в качестве абразивных материалов при шлифовке и полировке предметов. Мягкие и жирные минералы (тальк, графит) применяются в качестве наполнителей, для смазки трущихся частей механизмов и т. п. Из приведенного, далеко не полного перечня применения минералов и по- получаемых из них продуктов переработки видно, насколько велико значение минерального сырья в народном хозяйстве и в человеческом быту.

Знание минералогии имеет большое значение при проведении разведочных и особенно поисковых работ. Для успешного их выполнения, прежде всего, необходимо уметь точно определять минералы, знать условия их нахождения в природе, закономерности их сочетания друг с другом и т. д. Изучение качественной характеристики руд эксплоатируемых месторождени—одна из главнейших задач рудничных геологов. Не зная минералогии, невозможно решить эту задачу. Во многих случаях добываемые руды до плавки и технологической переработки подвергаются механическому обогащению на специальных фабриках, т. е. отделению полезных ископаемых от пустой породы или разделению руды на различные по составу концентраты. Обогащение с предварительным дроблением и измельчением руд производится на специальных устройствах, причем используются различные свойства минералов: удельный вес, магнитность, электропроводность, отношение к флотационным реагентам и др. Большое значение имеют также размеры зерен минералов, слагающих руды, и характер срастания их между собой. В решении всех этих вопросов большую роль играют специальные минералогические исследования. Таким образом, минералогическое изучение месторождений полезных ископаемых имеет весьма важное значение не только для поисков и разведки их, но и для горнодобывающей и горнообрабатывающих отраслей промышленности.

2. Характеристика минералов класса «Фосфаты»

Фосфаты – соли фосфорной кислоты – принадлежат к довольно редким минералам.

Наиболее распространенным из них является апатит Ca5[PO4]2(F,Cl,OH) (греч. «апатио» – обманываю). Встречается почти во всех типах горных пород, но в виде одиночных мелких кристаллов и зерен. В промышленных концентрациях апатит встречается в щелочных магматических породах, являясь совместно с нефелином одним из главных породообразующих минералов (в нефелиновых сиенитах). Здесь он образует частую вкрапленность зерен и почти сплошные зернистые сахаровидные массы, где содержание апатита достигает 80%.

В осадочных горных породах апатит слагает конкреции, желваки и землистые массы. Обычно содержит примеси песчаных и глинистых частиц, представляя собой по существу породу. Такие горные породы называются фосфоритами. Их происхождение биогенное – в результате жизнедеятельности организмов. Нередки псевдоморфозы фосфоритов по ископаемым остаткам.

Апатит и фосфориты широко используются для производства фосфорных удобрений, в химической промышленности.

Общие сведения о минералах класса фосфатов:

В этом классе объединены минералы, представляющие собой в основном соли фосфорной, мышьяковой и, в меньшей степени, ванадиевой кислот. Для многих фосфатов и их аналогов характерны изоморфные замещения как в катионной, так и в анионной части. Все они относятся к одному типу структуры – островному. Поэтому габитус кристаллов преимущественно изометричный.

Безводные минералы обладают более высокой твердостью, чем водные (со слоистыми мотивами островов). С содержанием ионов-хромофоров связана их различная окраска.

Минералообразование фосфатов часто имеет гетерогенный характер (может образовываться при различных процессах). Отсюда и разные формы образования кристаллов и большое содержание редких примесей. Яркие цвета некоторых минералов используются в качестве поискового признака на руды урана, кобальта, никеля и др.

К этому классу относится сравнительно большое число разнообразных по составу минеральных видов. Общее весовое количество их в земной коре, однако, относительно невелико.

3. Обломочные осадочные породы

Осадочные горные породы широко распространены в верхних частях земной коры. Эти горные породы являются продуктом разрушения других пород, а также результатом жизнедеятельности организмов и выпадания из воздушной или водной среды материалов любого происхождения.

Осадочные породы в зависимости от условий их образования делят на три группы: обломочные, химические, органогенные.

Обломочные породы образовались в результате механического разрушения других под действием ветра, воды, суточных и сезонных колебаний температуры воздуха. К обломочным породам относят щебень, гальку, гравий, песок. В природных условиях рыхлые обломочные породы могут подвергаться связыванию частицами глины и других пород, образуя сцементированные обломочные породы. К ним относятся песчаники, алевролиты, аргиллиты, конгломераты, а также другие породы.

Обломочные породы возникают из механических обломков пород:

* несцементированных (глины, пески, гальки, щебни);
* сцементированных (аргиллиты, алевролиты, песчаники, брекчии, конгломераты).

Новые минералы в результате этого процесса не образуются.

Обломочные породы являются наиболее распространенными среди осадочных пород. Классификация обломочных пород основана на величине обломков. Выделяют следующие виды обломочных пород:

1. Крупнообломочные породы или псефиты - размер обломков более 1 мм. Это валуны, галька, гравий и другие.

2. Среднеобломочные породы или псаммиты - размер зерен от 0,1 до 1,0 мм. Это пески и песчаники.

3. Мелкообломочные породы или алевриты и алевролиты - размер зерен от 0,01 до 0,1 мм. Это лесс, лессовидные суглинки.

4. Тонкодисперсные глинистые породы или пелиты - размер зерен менее 0,01 мм. Это различные глины.

Галечник образуется при переносе обломков водными потоками или в результате прибоя. В процессе переноса обломки окатываются, приобретая хорошо отполированные округлые формы. Галечник имеет размер галек от 10 до 100 мм, гравий - от 1 до 10 мм. Мелкий гравий называют так же грубым песком. По своему происхождению галечник и гравий могут быть речными, озерными, морскими, ледниковыми.

Брекчия представляет собой сцементированные неокатанные обломки, размер которых более 2 мм. Цемент может быть различный, а обломки как однородные, так и неоднородные по составу.

Конгломерат - сцементированный галечник и гравий. Состав гальки и цемента может быть различный.

Пески по величине зерна разделяются на крупнозернистые (0,5 - 1,0 мм), среднезернистые (0,25 - 0,5 мм) и мелкозернистые (0,1 - 0,25 мм). Минеральный состав их различен. Наиболее распространенным минералом песков является кварц. Часто встречаются чисто кварцевые пески. По своему происхождению пески могут быть речными, морскими, озерными. Степень окатанности зерен различная: от угловатых до хорошо окатанных (морские пески). В зависимости от того, сколько минералов входит в состав песка различают мономинеральные, состоящие из одного минерала, и полимиктовые пески, состоящие из нескольких минералов.

Песчаники представляют собой сцементированные пески. Среди них выделяют те же разновидности, что и у песков. В определение песчаников обычно включают так же состав цемента: известковый, глинистый, кварцевый, битуминозный и другие.

Лесс - это однородная порода, состоящая из кварца, глины и кальцита. Кварц составляет примерно 50%, глина 20% и более, кальцит - 20-30%. В небольших количествах присутствуют некоторые другие минералы. Для лесса характерна высокая пористость и водопроницаемость. Лесс легко растирается в пыль.

Алевролиты представляют собой сцементированный лесс. Они похожи на глинистые породы. Имеют преимущественно известковый или кремнистый цемент. В обнажениях иногда слоисты. В воде не размокают.

Глины - наиболее тонкодисперсные осадочные породы. В сухом виде они характеризуются землистым строением и легко растираются пальцами. При впитывании влаги глины становятся вязкими и пластичными, при высыхании сохраняют приданную им форму, а после обжига приобретают высокую твердость. Глинистые пласты водоупорны. По происхождению выделяют остаточные глины, образовавшиеся на месте разрушения пород, и осадочные или переотложенные глины, образующиеся в результате отложения из воды тонковзмученного материала. Среди осадочных глин различают глины морские и континентальные. По минеральному составу среди глин выделяются каолинитовые, монтмориллонитовые и другие разновидности. Глины часто содержат примесь кварца, халцедона, опала и гидроксидов железа.

В природе широко распространены смешанные песчано - глинистые породы. К ним относятся супеси и суглинки. Супеси содержат до 20 - 30% глинистых частиц, суглинки до 40-50%.

4. Месторождения графита. Общие сведения про минерал. Характеристика генетических типов месторождений. Пример месторождений

Помимо широко распространенных в природе соединений с кислородом (карбонатов) и с водородом (углеводородов), углерод присутствует в самородном виде, образуя две полиморфные разновидности - графит и алмаз, идентичные по своему составу, но резко отличающиеся по структуре и физическим свойствам.

Графит кристаллизуется в гексагональной сингонии; его слоистая кристаллическая структура характеризуется весьма крепкой ковалентной гомеополярной связью атомов углерода в пределах слоя (расстояние между соседними атомами 0,141 нм), но весьма слабой межслоевой молекулярной Ван-дер-Ваальсовской связью (расстояние между слоями 0,335 нм).

Особенность строения кристаллической решетки графита, включая наличие в ней свободных электронов, и обуславливает его физические свойства: весьма совершенную спайность в базальной плоскости, низкую твердость (около 1) вдоль нее, но достаточно высокую в перпендикулярном направлении (около 5,5), низкий коэффициент трения, высокую электропроводность, близкую к металлам, металлический блеск, непрозрачность и др. Важное промышленное значение имеют также высокая теплопроводность (выше, чем у меди и алюминия), огнеупорность, химическая инертность (растворяется лишь в расплавленных силикатах или металлах, образуя карбиды), гидрофобность, исключительно высокая жирность и пластичность, обусловленные легкой расщепляемостью по спайности и способностью прилипать к твердым поверхностям с образованием на них тонких пленок (высокая кроющая способность).

В природе графит встречается в виде рассеянных чешуек, либо их листоватых агрегатов, плотных зернистых агрегатов, либо плотных скрытокристаллических масс. Кроме того, в промышленности все шире используется искусственный (коксовый, доменный, ретортный) графит, специально получаемый из антрацита, нефтяного кокса, а также из отходов доменного производства. Чешуйчатые графиты по диаметру кристаллов разделяются на крупночешуйчатые и мелкочешуйчатые. В литокристаллическом кусковом графите размер кристаллов тот же, что и в мелкочешуйчатом, однако они не ориентированы, что затрудняет расщепление агрегата и сдвиги при деформации. Искусственный графит по качеству приблизительно соответствует чешуйчатому и плотнокристаллическому, отличаясь большей чистотой и меньшей кристалличностью. Выделенные природные разновидности графита не бывают совершенно чистыми; они содержат примеси минералов-спутников, газов, а также непревращенный в графит углерод. При производстве анализов определяют содержание ографиченного углерода (графита), летучих (газов и воды) и золы (минеральные примеси).

Промышленные руды чешуйчатого графита содержат от 2 до 15% (редко более) этого минерала. Они легко обогащаются флотацией с получением концентрата, содержащего 60% и более графита. Еще более обогатимы выветрелые чешуйчатые руды, в которых срастания графита с другими минералами отсутствуют. В плотнокристаллических кусковых pудах массовая доля графита составляет 35-40% и более; без обогащения используется руда, в которой эта величина поднимается до 60-80% Скрытокристаллическая руда (аморфный графит) труднообогатима. Без обогащения используются руды с содержанием углерода около 70%, бедные руды (20-40%) обогащаются ручной разборкой.

Основная масса графита потребляется в качестве огнеупоров (чешуйчатая и плотнокристаллическая разновидности) в основном в черной и цветной металлургии, производстве высокоуглеродистой стали и в литейном деле (для покрытия внутренней поверхности литейных форм, где обычно используют аморфный графит в смеси с огнеупорной глиной, молотой слюдой, тальком или песком). В США на эти три отрасли промышленности приходится более половины потребления графита. Значительное количество графита идет на производство всевозможных смазок, применяемых в водной и иных средах, токопроводящей резины, сухих батарей, электродов, скользящих контактов, деталей ядерных втулок и других изделий. Графит является основным сырьем для промышленного синтеза технических алмазов, находит широкое применение в порошковой металлургии и в производстве реакторов и ракетных двигателей, карандашей, туши, копировальной бумаги, всевозможных реторт, полупроводников.

Различные отрасли промышленности предъявляют свои специфические требования к качеству графитного сырья (руд и концентратов). В настоящее время производятся следующие типы и марки графита: литейный, элементный, электроугольный, аккумуляторный, тигельный, карандашный, смазочный, специальный малозольный, графит для специальных сталей, особо чистый графит для ядерных реакторов и др. Его состав варьирует в широких пределах: 40-97% графита, 0,7-7,5% летучих, 1,75-26,5% золы. Общими лимитирующими показателями являются зольность, влажность, содержание летучих, иногда железа, серы, меди, фосфора и других элементов, а также величина рН водной вытяжки.

Максимальное мировое производство графита (около 950 тыс. т.) зафиксировано в 1989-1990 г. Наиболее крупными продуцентами являются КНР (около 40-45% всего производимого в мире графитового концентрата), далее следуют Республика Корея, Индия, КНДР, Бразилия, Мексика, Канада, Чехия. В странах СНГ наибольшая добыча приходится на Украину и Россию. Преобладающая часть запасов кристаллического графита сосредоточена в КНР, на Мадагаскаре, в Зимбабве, Бразилии и странах CHГ. Свыше 90% запасов скрытокристаллического графита приходится на Мексику, КНР, Россию и Республику Корея. Мировое производство синтетического графита значительно превышает 1,5 млн т и осуществляется в ряде промышленно развитых стран: в США, Канаде, Японии, странах Западной Европы.

В природе имеется три мыслимых источника углерода как исходного материала для образования графита: магматические эманации, карбонатные породы и органические остатки (а также угли) среди осадочных пород.

Все реакции могут реализоваться в глубинных условиях при высоких температурах, отражая возможный механизм формирования собственно магматических, пневматолито-гидротермальных скоплений кристаллического графита.

Может также иметь место и ассимиляция карбонатных пород интрудирующей магмой с обогащением ее углеродом. Таким образом, карбонатные породы могут обусловить появление концентраций кристаллического графита скарнового и магматического генезиса.

Органические остатки осадочных пород при метаморфизме могут превращаться в графит. По мере увеличения степени метаморфизма при определенных условиях органический углерод переходит вначале в аморфный графит (цеолитовая фация), затем через серию промежуточных разновидностей в кристаллический (амфиболитовая фация). Если образование графита шло за счет рассеянного углеродистого вещества, то в результате регионального метаморфизма могли появляться графитистые гнейсы с высококачественным чешуйчатым графитом; в случае концентрированного исходного углеродного вещества (пласты угля или горючих сланцев), подвергшегося контактово-термальному локальному метаморфизму, возможно образование скрытокристаллического (аморфного) графита с сохранением текстур исходных пород, локальных неографиченных участков и примесей других минералов.

Несмотря на наличие значительных собственно магматических, пегматитовых и пневматолито-гидротермальных, скарновых месторождений высококачественного кристаллического графита, основное значение в мировом балансе графитового сырья имеют метаморфогенные месторождения, представленные телами вкрапленных руд чешуйчатого графита в гнейсах, кристаллических сланцах и др. обычно докембрийских метаморфических образованиях, а также пластовыми залежами и линзами апокаменноугольного преимущественно скрытокристаллического графита.

В целом можно говорить о трех главнейших мировых геолого-промышленных типах месторождений графита:

1. Неправильные тела, линзы, штоки и жилы богатых руд высококачественнного плотнокристаллического графита в магматических (чаще сиенитовых), пегматитовых, скарновых и метаморфических кристаллических породах; в этот тип попадают магматические, пегматитовые и пневматолито-гидротермальные, скарновые месторождения, причем их генезис как правило является предметом дискуссий. Сюда относятся месторождения Ботогольское, Шри-Ланки и Индии (в штатах Раджастан, Орисса, Мадрас), Канады (Бакингем и Грейнвилл в провинции Квебек, Блэк-Дональд в провинции Онтарио), США (Стербридж в штате Массачусетс, Диллон в штате Монтана, Тиконгероги в штате Нью-Йорк), Бразилии, Японии (Сеннотани в префектуре Тояма), возможно Норвегии (Скаланд на о-ве Сенья) и др.

2. Пластовые залежи и линзы метаморфических вкрапленных руд чешуйчатого графита в глубокометаморфизованных породах преимущественно докембрийского возраста, включая их выветрелые разновидности; в составе этого типа - месторождения Украинского щита (Завальевское и др.) на Украине, Урала (Тайгинское, Мурзинское), Карелии (Ихальское) и др. регионов в России, Южной Чехии и Северной Моравии в Чехии, штатов Нью-Йорк, Пенсильвании, Алабамы и Техаса в США, острова Мадагаскар (Малагасийская республика) и др.

3. Пластовые залежи и линзы богатых руд скрытокристаллического (аморфного) графита в стратифицированных осадочных толщах различного возраста, образованные за счет контактового метаморфизма угольных пластов и битумов. Примерами этого типа являются месторождения Тунгусской провинции (Курейское, Ногинское и др.) в России, штата Сонора в Мексике, Штирии и Нижней Австрии в Австрии, Республики Корея и КНДР.