

ГРАФИТ И ЕГО СВОЙСВО

Рахмонов Турдимухаммад Тухтаматович.

Ташкентский университет прикладных исследований.

Аннотация. В настоящей обзорной статье приведены и анализированы известные в литературе информации о свойствах графита и его использовании новых способов в разработке методов в различных областях исследований.

Ключевые слова. Графен, структуры углерода, свойства графена, нейтральный электрический заряд, электронное свойства графена, алмаз, графит, фуллерен, нанотрубка, оксид графена, энергетическая сеть, антикоррозионные покрытия, производство графена.

Сравнение графита и дисульфида молибдена: основные отличия. Развитие технологий и освоение космоса привели к необходимости применять новые смазочные материалы. Причиной стал тот факт, что далеко не каждая пластичная смазка способна сохранить свои свойства, не испариться и не разрушится под действием высоких температур, интенсивного механического воздействия, вакуума или прочих негативных факторов. В качестве альтернативы сегодня широко применяются сухие порошкообразные антифрикционные материалы. Особенно популярны графит и дисульфид молибдена. Оба этих материала относятся к твердосмазочным веществам. Поговорим о них чуть подробнее и расскажем, чем именно они отличаются друг от друга. Но перед этим немного расскажем о том, как работают сухие смазки.

Принцип работы сухих смазок. Дисульфид молибдена и графит - это сухие порошкообразные материалы, которые имеют слоистую кристаллическую структуру. Эти смазки известны уже давно и широко применяются сегодня, особенно дисульфид молибдена - материал с коэффициентом трения ниже 0,05, работающий в диапазоне температур от -180 до +400 С и выдерживающий контактное давление до 2800 МПа. Казалось

бы, как может твердое вещество быть смазкой? Все достаточно просто. Существуют материалы, где кристаллическая решетка выстраивается слоями. Атомы каждого из слоев надежно сцеплены друг с другом, а вот сами слои связываются довольно слабыми молекулярными силами. За счет этого один слой легко движется относительно другого, снижая тем самым трение. Обычно после нанесения покрытия на поверхности трения образуется устойчивая пленка толщиной от 20 до 30 микрон. Состоит она из матрицы связующего вещества, в ячейках которой находятся диспергированные частицы твердой смазки. Хотя слой покрытия менее твердый, чем основа, благодаря прочному сцеплению материалы демонстрируют высокую устойчивость к сжатию и низкую сопротивляемость сдвигу. При такой толщине основная нагрузка приходится на основу, а покрытие работает на сдвиг. Это позволяет эффективно снижать трение и износ в разных условиях эксплуатации механизмов. Твердосмазочные материалы используются не только в форме порошков. Их часто добавляют в жидкие и пластичные смазки для повышения их нагрузочной способности и обеспечения аварийной смазки в случае риска потери работоспособности жидких компонентов. А если внести их в масло, то получится твердосмазочная паста, способная работать в самых неблагоприятных условиях, включая повышенную запыленность.

Дисульфид молибдена: свойства, применение. Дисульфид молибдена является неорганическим соединением природного минерала молибденита. Химическая формула вещества MoS_2 говорит о том, что в состав вещества входят молибден и сера. Внешне дисульфид представлен в виде порошка свинцово-серого цвета с металлическим блеском, интенсивность которого варьируется от серого до насыщенного черного.

Среди отличительных свойств MoS_2 выделяют:

- химическую стабильность - материал устойчив практически ко всем кислотам, не вступает в реакцию со щелочами, не растворяется в воде, органических и синтетических маслах;

- высокую несущую способность - после нанесения смазки образуется пленка, которая надежно фиксируется на поверхности металла и способна выдержать давление до 2800 МПа;
- низкий коэффициент трения - за счет наличия смазки детали трутся друг об друга не так интенсивно, что позволяет уберечь их от излишнего износа;
- радиационная стойкость - сохраняет свои полезные свойства даже при воздействии радиации.

Дисульфид молибдена годится для применения в вакууме. Причем в условиях отсутствия кислорода он с легкостью переносит, нагрев до +1180 градусов Цельсия. Дисульфид молибдена может использоваться как самостоятельное вещество, то есть как порошок для смазки. Нередко его смешивают со связующими веществами, будь то смолы или лаки, и наносят при помощи распылителей и краскопульта. В таком виде он применим для обработки узлов, работающих в условиях агрессивных сред. Такие покрытия отличаются более длительным сроком службы, не боятся пыли, хорошо защищают от коррозии и сами не приводят к образованию ржавчины. Могут выступать как ресурсная смазка. Также MoS₂ входит в состав многих смазочных материалов для придания им особых свойств. Широко применяется в качестве добавки для моторных и трансмиссионных масел. Нашел применение в атомной и космической области, используется в машиностроении, авиации и судостроительной отрасли.

Особенность графитовых смазок и антифрикционных покрытий.

Графит представляет собой твердое смазочное вещество слоистой кристаллической структуры темно-серого цвета, обладающее неплохими эксплуатационными свойствами. Графит используется как смазочный материал уже достаточно давно более 120 лет. Он относится к диамагнетикам. Этот материал электропроводный с гексагональной решёткой. Графит обладает высокой химической стабильностью и почти не подвержен воздействию радиоактивного излучения. При нагревании на воздухе до

температуры свыше +450 градусов Цельсия окисляется до CO_2 , который выделяется без образования мелких частиц. Применяется, как и дисульфида молибдена: в виде порошка как самостоятельное вещество или как присадка для смазочных масел и покрытий. Если его сравнивать с дисульфидом молибдена, то он обладает чуть более высоким коэффициентом трения, причем во влажной среде он снижает трение намного эффективнее, чем в сухой. При использовании в безвоздушном пространстве теряет все антифрикционные качества, поэтому в космической отрасли используется намного реже MoS_2 . По сравнению с дисульфидом молибдена у графита более высокая температура плавления - свыше +700 градусов Цельсия. Графитовая смазка активно используется в различных механизмах, где детали движутся относительно друг друга с небольшой скоростью и испытывают сильное давление. Например, она подходит для смазывания резьбовых соединений, шаровых опор, рессор. В промышленности с его помощью обрабатывают открытые зубчатые передачи, смазывают запорную арматуру, буровые установки, лебедки, конвейерные цепи. Главным недостатком графитовой



смазки является то, что она совсем недолго находится во взвешенном состоянии в маслах и со временем оседает в циркуляционной системе смазки со всеми вытекающими отсюда последствиями. Компания «Меркурий» предлагает только сертифицированные сухие смазки, изготовленные в точном соответствии с ТУ и ГОСТ. Поставляются они крупными производителями

смазочных материалов. Большой товарный запас позволяет приобрести продукцию в любом объеме. Прокладочный листовой графитовый материал создаётся из так называемого терм расширенного графита (принято сокращение ТРГ). Он состоит из одного или нескольких слоёв графитовой фольги, изготавливается или с использованием связующего вещества, или без оно. Кроме того, существуют армированные и не армированные варианты промышленного графита. Поставляется данный материал в виде листов габаритами 100x100 и 150x150 сантиметров. Толщина листа может равняться от 0,8 до 4 миллиметров.

Преимущества материалов, имеющих в своём составе трг.

Такие материалы имеют несколько очевидных достоинств.

- Они устойчивы к процессам термоциклирования.
- Эти материалы не стареют с течением времени.
- Диапазон рабочей температуры - от -240 до + 650 градусов по Цельсию.

Уплотнительный материал с применением ТРГ устойчив почти ко всем агрессивным средам. По этой причине он отлично подходит для уплотнения разных типов фланцев.

Лист графитовый мгл - сферы использования. Графитовые уплотнительные материалы значительно экономичней, чем пренитовые. Так как они имеют высокую сжимаемость (до 50 процентов), предоставляется возможность использовать более тонкие листы. А сжимаемость паротита, для сравнения, равна всего 5-16 процентам. Говоря иначе, чтобы заменить поранит толщиной 4 миллиметра, будет достаточно листов ТРГ толщиной всего 2 миллиметра. Уплотнительные материалы на основе ТРГ значительно лучше устраняют возможную не плоскостность и не параллельность. Они не теряют изначальную упругость на протяжении всего периода эксплуатации узлов, так как, о чём уже было сказано выше, практически не подвержены старению - поранит же такими свойствами не обладает. Прокладки из ТРГ активно используют для того, чтоб герметизировать разъёмные соединения трубопроводных систем, блоков цилиндров газотурбинных двигателей,

двигателей внутреннего сгорания и прочего подобного оборудования. То есть сфера его применения огромна - это нефтедобывающая, судостроительная, авиационная, космическая и другие отрасли. Графен - это материал с уникальными свойствами, многие связывают с ним будущее всей электронной индустрии. Графен прочнее стали, гибок, обладает высокой электропроводимостью, при этом состоит всего из одного слоя атомов углерода. Эти свойства привели к тому, что материал стали воспринимать как основу для множества будущих "прорывных" изобретений человечества. Тем не менее, до недавнего времени серьезным изучением экологических последствий применения нового материала никто не занимался. После продолжительного исследования ученые из Калифорнийского университета в Риверсайде пришли к выводу, что графен может быть опасен. Выяснилось, что при попадании материала в грунтовые воды гексагональная структура графена начинает разрушаться, микрочастицы довольно быстро теряют стабильность, разрушаются и значительного вреда принести не могут. А вот графеновое загрязнение поверхностных вод, в которых больше органики, а жесткость ниже, может оказаться гораздо более серьезным. Молекулярная структура графена такова, что острые выступы нано-частиц материала способны разрывать мембраны клеток живых организмов, что обуславливает его токсичность. Ученые призывают максимально тщательно изучить свойства графена до того, как его начнут активно использовать в производстве электроники. Тем не менее, вряд ли это открытие остановят человечество от масштабного применения графена. Материал обладает настолько уникальными свойствами, что заменить его попросту нечем. Ни один сплав не может похвастаться такой теплопроводностью, выдающейся прочностью и максимальными из всех известных материалов электропроводящими качествами. Подвижность электронов в графеновых структурах в сто раз превышает показатель кремния, который в данный момент является основой практически всей электроники на планете. По своим свойствам графен куда

надежнее, чем сталь. Гаджеты будущего на его основе окажутся куда более устойчивыми к повреждениям, чем то, что мы имеем сейчас. Но и это еще не все - графен может в сто раз ускорить скорость доступа к Интернету, привести к революции в компьютерной индустрии, на несколько порядков увеличив мощность процессоров. Графен нашел применение в медицине, в укреплении старых зданий, в производстве электроэнергии и сотнях других областей.

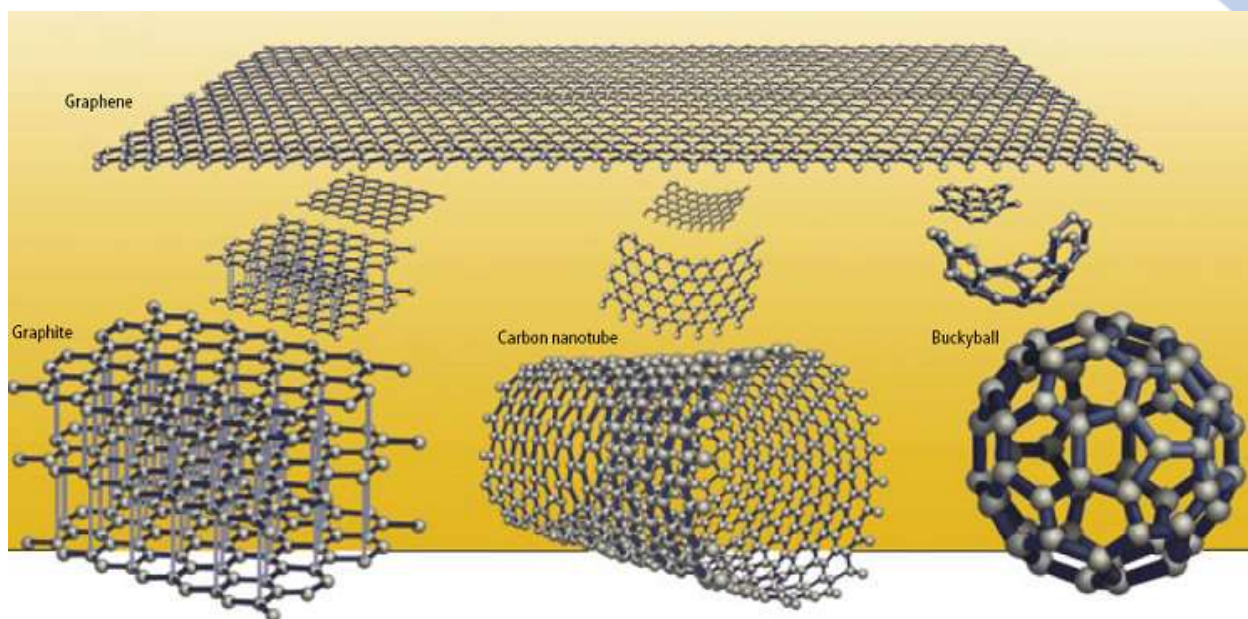
Природный графит и его физико-химические особенности.



Графит (происходит от греч. γραφο - писать) относится к минералам класса полуметаллов, является наиболее устойчивым в земной коре. Он является кристаллической разновидностью углерода. Достаточно мягкий, именно поэтому оставляет след на бумаге. В отличие от алмаза графит очень хорошо проводит электрический ток и тепло. Благодаря слоистой структуре под действием температур не плавится, а только меняет форму. Он образуется за счет метаморфизма горных пород, содержащих в составе органические остатки, на небольшой глубине.



По физико-химическим свойствам графит представляет собой кристаллическое тугоплавкое вещество, которое немного жирное на ощупь, имеет черную или серую окраску с характерным металлическим блеском. По сравнению с алмазом графит очень мягкий, даже мягче бумаги. Однако в отличие от других неметаллов он способен проводить электрический ток. Если рассматривать графит под микроскопом, то можно сразу заметить, что он состоит из отдельных чешуек. Все мы неоднократно видели это, когда писали графитовым карандашом - часть чешуек остается на бумаге. Благодаря слоистой структуре атомной решетки атомы углерода расположены послойно, расстояние между слоями намного больше, чем между атомами в одном слое. Электроны, которые связывают слои между собой, образуют сплошное электронное облако - вот почему графит является проводником тока и имеет характерный металлический блеск. Графит стойкий практически ко всему растворителю (то есть он является инертным), растворить его можно только в случае использования расплавленных металлов, имеющих высокую точку плавления. В результате такого растворения получают карбиды вольфрама, железа, титана.



Графит (нем. Graphit, от греч. grapho - пишу), минерал, гексагональная кристаллическая модификация чистого углерода, наиболее устойчивая в условиях земной коры. Хорошо образованные кристаллы редки, форма их обычно пластинчатая. Чаще природный Г. представлен листочками без кристаллографических очертаний и их агрегатами. Кристаллическая решётка Г. - слоистого типа. В слоях атомы С расположены в узлах гексагональных ячеек слоя. Каждый атом С окружен тремя соседними с расстоянием 1,42. Слои располагаются параллельно на расстоянии 3,55, с симметрической повторяемостью через один, т. к. они взаимно смещены. Связь между атомами С в одном слое прочная, ковалентного типа; между слоями - слабая, остаточно-металлического типа. Особенности структуры Г. и наличие разного типа связей обуславливают анизотропию ряда физических свойств. Так, остаточно-металлическая связь даёт непрозрачность, металлический блеск и высокую электропроводность. От слабой связи между атомными слоями зависит также характерная для Г. спайность по одному направлению. Плотность 2230 кг/м³. Твёрдость благодаря лёгкости разрыва между сетками, перпендикулярными плоскости (0001), равна 1 по минералогической шкале; в самом слое твёрдость высокая - 5,5 и выше. Большой прочностью связи между атомами самой сетки объясняется высокая температура плавления Г. ($3850 \pm 50^\circ\text{C}$). Г. хорошо

проводит электричество (электрическое сопротивление кристаллов $0,42 \cdot 10^{-4}$ ом/м). Графитовые порошки и блоки имеют значительно большее сопротивление и тем большее, чем выше их дисперсность (до $8 \cdot 10^{-4}$ ом/см). Г. - магнитноанизотропен, кислотоупорен, окисляется только при высоких температурах, но растворяется в расплавленном железе и сгорает в расплавленной селитре. Г. обладает низким сечением захвата тепловых нейтронов, легко обрабатывается. Свойства Г. значительно изменяются при облучении нейтронами: увеличиваются электросопротивление, модуль упругости и твёрдости; теплопроводность уменьшается приблизительно в 20 раз. Различают месторождения кристаллического Г., связанного с магматическими горными породами или кристаллическими сланцами, и месторождения скрытокристаллического Г., образовавшегося при метаморфизме углей. В магматических горных породах Г. кристаллизуется из расплава и отмечается в виде отдельных чешуек и скоплений (гнезда и штоки) разной величины и разного содержания (например, Ботогольское месторождение в Бурятской АССР, где разрабатывают участки чистого Г. без обогащения). Г. добывают в основном из кристаллических сланцев, образовавшихся в результате глубокого метаморфизма глин, содержащих битуминозные вещества. Содержание Г. в кристаллических сланцах достигает 3-10-20 и более. Графитовую чешуйку из руды извлекают флотацией. В СССР Г. добывается на Украине; за рубежом - в Чехословакии, Австрии, ФРГ, Финляндии, Малагасийской Республике, на Цейлоне. Скрытокристаллический Г. образуется при изменении пластов угля под воздействием магматических пород. В месторождениях этого типа содержание углерода 60–85; руды используются без обогащения. Крупные месторождения такого Г. известны в СССР на Урале и в Красноярском крае; за рубежом - в Мексике, в Южной Корее и др. Наряду с природными Г. к кристаллической разновидности принадлежат также искусственные (доменный и карбидный Г.). Доменный Г. выделяется при медленном охлаждении больших масс чугуна, карбидный - при термическом разложении

карбидов. К скрытокристаллической разновидности относится Г., получаемый в электрических печах путём нагревания углей до температуры более 2200 С. Благодаря совокупности ценных физико-химических свойств Г. применяют во многих областях современной промышленности. Высокая жаропрочность обуславливает использование Г. в производстве огнеупорных материалов и изделий: литейных форм, плавильных тиглей, керамики, противопригарных красок в литейном деле и пр. Искусственный кусковой Г. применяют как эрозионностойкие покрытия для сопел ракетных двигателей, камер сгорания, носовых конусов и для изготовления некоторых деталей ракет. Вследствие высокой электропроводности его широко используют для изготовления электротехнических изделий и материалов: гальванических элементов, щелочных аккумуляторов, электроизделий, скользящих контактов, нагревателей, проводящих покрытий и пр. Благодаря химической стойкости Г. применяют в химическом машиностроении в качестве конструкционных материалов (производство плит для футеровки, труб, теплообменников и пр.). Малый коэффициент трения Г. позволяет использовать его для изготовления смазочных и антифрикционных изделий. Блоки из очень чистого искусственного Г. используют в ядерной технике как замедлители нейтронов. Тонкоизмельчённый скрытокристаллический Г. в виде суспензии применяется для предупреждения образования накипи на стенках паровых котлов. Г. также применяют для производства карандашей и красок. Все перечисленные области применения Г. предъявляют очень разнообразные требования к его качеству (чистоте, величине кристаллов, форме частиц и т. п.), поэтому Г. разных типов не всегда могут быть взаимозаменяемыми. Среди социалистических стран по размерам добычи Г. выделяются СССР и Чехословакия. В капиталистическом мире наибольшие количества Г. дают Южная Корея, Мексика, Австрия, ФРГ. Лучшие сорта крупнокристаллического Г. (в небольшие количества) добывают Цейлон и Малагасийская Республика.



В зависимости от структуры выделяют следующие разновидности графита:

- чешуйчатый - обладает наибольшей ценностью, поскольку графит имеет форму отдельных кристаллов, чешуек, размер которых составляет несколько миллиметров;
- плотно кристаллический - имеет гораздо меньший размер по сравнению с чешуйчатым и не превышает 1 мкм;
- скрытокристаллический - имеет будто несколько незавершенную структуру и содержит примеси.

Что такое графит? Графит - это одна из аллотропных форм углерода, который является 6^{ым} элементом периодической таблицы элементов. Минерал графит получил свое название в 1789 году от греческого слова “grafein”, которое означает “писать”. Обычно он образуется в результате процесса метаморфизма из органического углеродистого материала, но изредка путем гидротермических или других геологических процессов.



Типы природного графита. Природный графит можно разделить на 3 типа:

- **Кристаллический чешуйчатый графит** встречается в виде вкрапленных, плоских частиц в форме пластинок. Экономически это наиболее важная форма природного графита, так как его характеристики близки свойствам идеального графита. Чешуйчатый графит имеется в нескольких месторождениях мира. Он широко применяется в промышленности.
- **Аморфный графит** состоит из маленьких частиц графита, образующихся из микро, до нано размера, кристаллитов. Аморфный графит обычно связан с угольными месторождениями встречается по всему миру. Обычное применение аморфного графита -металлургия.

Графит - это природный элемент, представляющий собой одну из модификаций углерода (аллотропную форму), имеющую определенным образом скомпонованную структуру кристаллов. При этом графит имеет свои разновидности - плотно кристаллический графит, чешуйчатый графит, Полезная информация из мира горно-обогатительных комбинатов и обогатительных фабрик (/images/myartic/379/graphite00.JPG) Меню скрытокристаллический или аморфный графит. Графит добывают в России с начала сороковых годов XIX века. Лучшие из добываемых сортов графита отправлялись на экспорт, обеспечивая европейскую карандашную промышленность. Собственная графитовая промышленность дореволюционной России находилась в зачаточном состоянии и практически

полностью была кустарной. Свойства и разновидности графита. Графит очень мягкий материал, который легко поддается механической обработке. Удельный вес графита, в зависимости от разновидности, находится в пределах 1,84-2,23 г/см³. Цвет графита может быть от черного до серо-стального, с характерным металлическим блеском. Химический состав природного графита редко отличается чистотой, как правило попутно в значительных количествах в нем присутствует зола, вода и смолистые вещества (битумы). Графит химически инертен, его частицы не растворяются как в неорганических, так и в органических растворителях. Графит, благодаря особой плотной упаковке его атомов в молекулах, обладает высокой электропроводностью, теплопроводностью и огнестойкостью. Температура плавления графита 3,850 С, а температура кипения - 4,250 С. Частицы графит обладают свойством плотно прилипать к поверхностям других твердых тел с образованием на них тонких пленок. Такое покрытие металлических поверхностей графитом в разы уменьшает коэффициент трения. Графит имеет три разновидности структуры, которые определяют область его применения и способы переработки графитовых руд: плотно кристаллический графит; чешуйчатый графит; скрытокристаллический или аморфный графит. Плотно кристаллический графит. Плотно кристаллический графит получил свое название из-за того, что кристаллы, составляющие его структуру, очень плотно прилегают друг к другу и имеют и ориентированы особым образом. Такое расположение кристаллов графита затрудняет их расщепление. Плотно кристаллический графит имеет меньшую жирность и пластичность по сравнению с графитами других структур. Меню Чешуйчатый графит. Графит со структурой из отдельных кристаллов или параллельных сростков, имеющих форму пластинок или чешуек получил название чешуйчатый графит. Частицы чешуйчатого графита отличаются блеском, жирные и пластичные. На технических свойствах графита влияет и размер составляющих структуру чешуек. Чем более тонкие чешуйки составляют структуру, тем более ценным являются чешуйчатый графит. Различают крупночешуйчатые графиты, с

шириной чешуек от десятой доли миллиметра до нескольких сантиметров и мелкочешуйчатые, размер которых не превышает 0,1 мм. Скрытокристаллический или аморфный графит. Размер кристаллов, составляющих структуру скрытокристаллического (аморфного) графита менее одного микрометра. Скрытокристаллический графит матовый, мало жирный и мало пластичный. Чем более упорядочено в одной плоскости сориентированы элементарные кристаллы скрытокристаллического (аморфного) графита и чем они тоньше, тем выше его техническая ценность. В нашей стране располагаются значительные запасы скрытокристаллического (аморфного) графита с высоким содержанием его в руде, что позволяет не только полностью обеспечить внутренний рынок, но и отправлять примерно половину на экспорт. Что касается чешуйчатого и плотно кристаллического графита, то здесь присутствует явный дефицит сырья. Основные месторождения этих разновидностей графита на территории бывшего СССР расположены на Украине. Требование промышленности к качеству товарного графита руды, содержащие кристаллический графит относятся к промышленным при его наличии в 2,3-2,4. Многие обогатительные фабрики способны перерабатывать руды, содержащие и меньшее его количество. Само малое содержание кристаллического графита в руде не оказывает влияние на процесс обогащения, лишь только уменьшается выход концентрата и снижается экономическая целесообразность переработки. Руды содержащие скрытокристаллический (аморфный) графит не поддаются обогащению. Процесс переработки таких руд состоит из сушки, измельчения и разделению по крупности (классификации). Поэтому целесообразность переработки таких руд зависит от среднего содержания графита. Графитовые руды подразделяются в соответствии со структурными разновидностями графита. Поэтому различают три типа руд: Меню руды содержащие чешуйчатый графит, руды плотно кристаллических графитов, метаморфизованные угли, содержащие скрытокристаллические графиты. Руды чешуйчатых графитов. Руды чешуйчатых графитов содержат от 2 до 15, иногда до 25 графита, легко

обогащаются. Чешуйчатые графитовые руды образуют пластовые залежи и линзы значительных размеров. Образуются из осадочных пород, первоначально содержащих органические вещества. Эти вещества преобразуются в углерод и затем кристаллизуются в графит. В результате вторичных изменений происходит прорастание графитовых чешуек кальцитом и каолинитом. Известные месторождения находятся в Китае, на Мадагаскаре, в Зимбабве, Бразилии, Чехии, Украине, США, есть они и в России. Графит этих месторождений встречается в чешуйках, в которых он может переслаиваться с пластинками слюды. Большая техническая ценность крупночешуйчатых графитов, относительно легкая добыча содержащей графит руды, значительные размеры месторождений, позволяющие применять механизированную добычу позволяют строить мощные обогатительные фабрики. Другим источником чешуйчатого графита являются месторождения в зонах контакта известняков с магматическими горными породами из глубин земной коры. В результате известняки превращаются в графитовые скарны. Крупночешуйчатый графит образует среди скарнов жилы неправильной формы, и могут достигать размеров в длину 120 м и мощности 12 м. Месторождения этого типа дают высокое техническое качество графита и относятся к важным объектам промышленной разработки. К сожалению, в природе они встречаются редко. Руды плотно кристаллических графитов. Плотно кристаллические графиты образуются в месторождениях, относящихся к магматическому и пневматолитическому генетическому типу. Магматические месторождения находятся среди глубинных, жильных и эффузивных извержений. Графит месторождений этого типа образуется как продукт кристаллизации из газообразных составляющих магмы. Графит образует скопления в форме штоков, гнезд и жил, или встречается в рассеянном виде, при этом его концентрация может достигать 60–85%. Месторождений этого типа известно немного и размеры их для промышленной разработки все-таки невелики. Меню Графитовые рудные тела пневматолитических месторождений имеют форму типичных жил, которые,

образуются заполнением открытых трещин графитом и сопутствующими ему минералами, кристаллизующимися из проникавших по этим трещинам газов. Метаморфизованные угли. Так же графит образуется как результат метаморфизма углей. Как известно в результате процессов метаморфизма в ископаемых углях происходит изменение внутреннего строения, химического состава и физических свойств под действием температуры и давления. Простыми словами в результате изменения химического состава в углях возрастает процент содержания углерода и уменьшается содержание водорода и кислорода. В зависимости от степени этих изменений природа выдает нагора уголь от антрацита до типичного скрытокристаллического графита. При низкой степени метаморфизма иногда в одном и том же месторождении одновременно встречаются графит и антрацит. Такова вкратце общая картина по графиту. Далее мы поговорим о процессах

- **Полнокристаллический (жильный) графит** является гидротермальным по происхождению и встречается в разломах пород в виде жил толщиной от 0 до десятков сантиметров. Этот графит обладает очень высокой степенью чистоты. Содержание графита - до >99. Жильный графит встречается довольно редко. Единственное предприятие по его добыче находится сейчас в Шри Ланке. Объем добычи очень небольшие. Применяется такой графит, например, в угольных щетках.



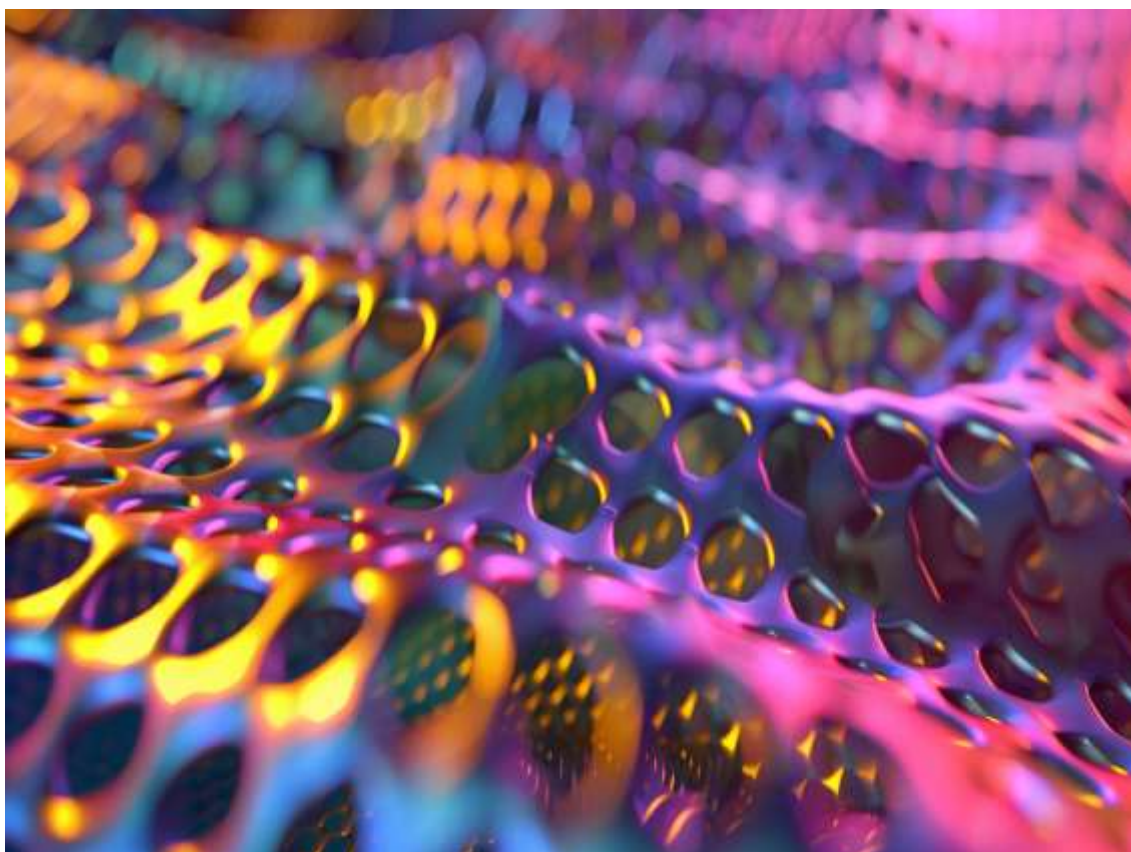
Физические свойства графита. Графит - это одна из модификаций угля, которая легко поддается обработке. Он обладает высокими электрическими и тепловыми свойствами, а также ему свойственна большая гибкость. Поэтому, широкое применение имеет графитная смазка в промышленности. Учитывая, что кристаллическая решетка имеет ячеистую структуру, графит сам по себе является слоистым элементом. Если сравнивать, к примеру, с алмазом, который также относится к группе углеродных, то графит в 10 раз мягче его. Доказано, что возможно сделать преобразование решетки графита в решетки алмаза под влиянием температуры выше 1500 С. В зависимости от изменения физических и химических свойств, существуют различные виды графита. Поэтому, для конкретного продукта используется та или иная марка графита. Он должен соответствовать определенным техническим требованиям. Сам по себе природный графит имеет вид мелкого порошка. Чем больший процент содержания углерода, тем ценнее он считается.



Добыча и производство в Украине. В Украине имеются одни из самых больших запасов природного графита. Самое большое месторождение графита в Украине - Завальевский, которое находится в Кировоградской области. Там и располагается комбинат, который производит различные продукты, которые отвечают всем техническим условиям и государственным стандартам. Продукция также идет на экспорт в различные страны мира. Произведенный графит на данном комбинате характеризуется отличными физическими и химическими свойствами, а также идеальной структурой кристаллической решетки.

Применение. В сталелитейной промышленности графит используют для производства огнеупорных ковшов, поскольку имеет большую электрическую проводимость и рефрактерность. В литейном производстве графит используется в качестве смазки для формовки. В машиностроении - в качестве материала для оборудования (подшипники, поршневые кольца). В медицине графит используется для производства гомеопатического средства для лечения кожных заболеваний, а также его добавляют в различные лекарства.

В общем, графит имеет очень широкое применение. Можно добавить в этот список и огнеупорные кирпичи, полировочные и шлифовальные пасты, графитовые карандаши, смазки, краски. Также графит используется для защиты бетона, стали, дерева, алюминия, чугунных изделий. Как видите, графит имеет большое применение. Поэтому, если вам нужна качественная продукция из графита, срок годности которой неограничен, обращайтесь в компанию ООО «Завальевский графит». Мы готовы предоставить для оптовых европейских клиентов возможность подбора под индивидуальные требования. У нас идеальный баланс качества и цены.



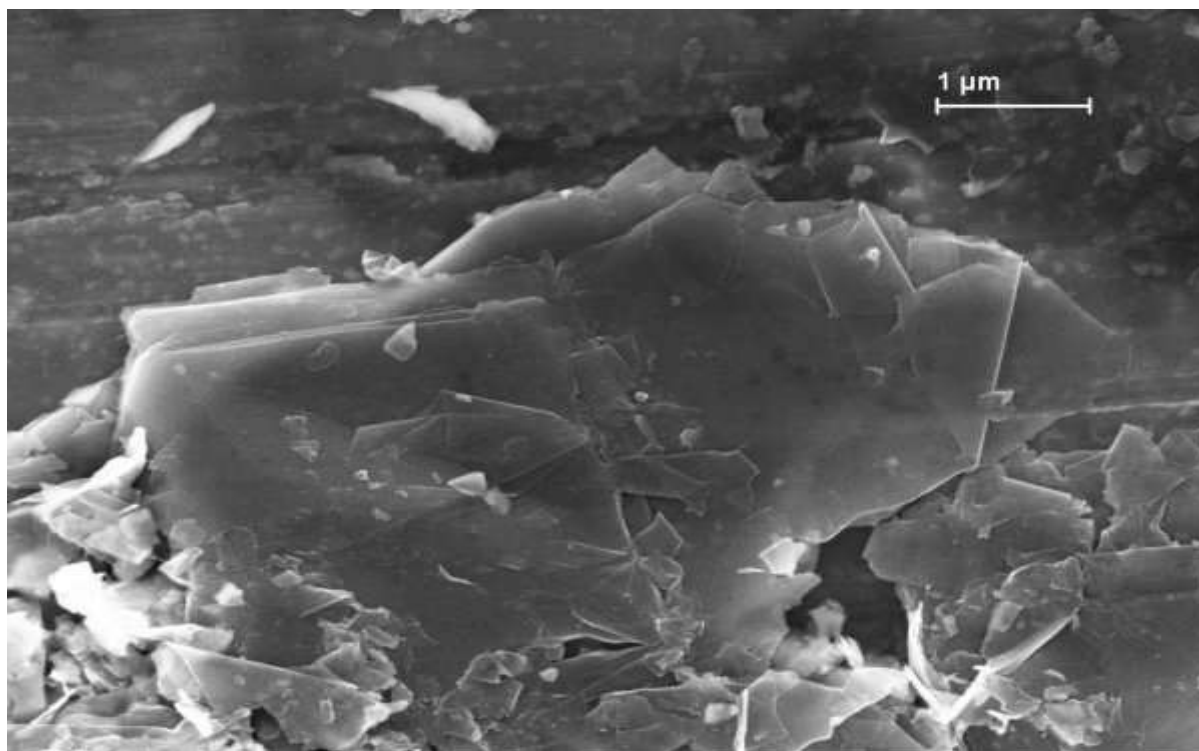
Графит и его применение в электротехнике. Название «графит» происходит от греческого слова «графо» - писать. Данный минерал представляет собой одну из модификаций углерода, обладающую характерной слоистой структурой. Сохранились исторические свидетельства применения графита в древности в качестве красящего средства, - это глиняная посуда, датированная 40 веком до нашей эры, раскрашенная при помощи данного минерала. Современное название графит получил в 1789 году от немецкого геолога и педагога Абраама Готлоба Вернера, который в числе прочего занимался изучением пластов осадочных пород, а также разработал шкалы для определения минералов по внешним признакам.



По физико-химическим свойствам графит представляет собой кристаллическое тугоплавкое вещество, слегка жирное на ощупь, черного или серого цвета, с характерным металлическим блеском. Атомы углерода расположены в графите послойно, причем расстояние между слоями больше чем между атомами в одном слое, и электроны, которые связывают слои между собой, образуют сплошное электронное облако - вот почему графит является проводником тока и имеет характерный металлический блеск.



При плотности от 2,08 до 2,23 г/см³, его удельное электрическое сопротивление при комнатной температуре в 765 раз выше чем у меди. В отличие от алмаза, графит хорошо проводит как электричество, так и тепло. Мягкость графита (в смеси с каолином) применяется в карандашах. Если посмотреть на графит под микроскопом, легко заметить чешуйки, именно они остаются на бумаге формируя след, когда мы используем карандаш.



Физические и химические особенности графита открыли его широкое применение в различной электротехнике. Благодаря химической стойкости к агрессивным водным растворам, тугоплавкости и высокой электропроводности, из графита изготавливают электроды и нагревательные элементы разнообразного назначения. Например, при получении активных металлов с помощью электролиза, именно из графита делают электроды. При получении алюминия, графит сам улетучивается из зоны реакции электролизера в составе углекислого газа, так что нет необходимости применять иные сложные меры по его утилизации.



Высокоуглеродистые токопроводящие клеи в качестве проводящего компонента содержат как раз графит. Ну и все, конечно, знают, что именно из графита делают различные контактные щетки и токосъемники электрического оборудования (коллекторные двигатели на электротранспорте и подъемных кранах, контакты токовых реостатов и т.п.), где необходим подвижный и в то же время надежный электрический контакт.



Что такое графит? Начнем с основ и ответим на ключевой вопрос: что такое графит? Многие неспециалисты отождествляют его с грифелем, т. е., вставным элементом карандаша. Графит как полиморфный минерал является разновидностью углерода и по строению граней делится на 2 вида:

- шестиугольный (шестиугольные грани),
- треугольный (содержит ромбоэдрические клетки).

Графиты встречаются по всему миру в естественных условиях, в таких горных породах, как графитовые и кристаллические сланцы. Залежи этих минералов находятся в Судетах, Карпатах, Татрах, а также в горных массивах Азии, Африки и обеих Америк. Ученые также разработали искусственный способ получения графита путем высокотемпературной термической обработки таких веществ, как антрацит, содержащих углерод. Крупнейшие заводы по производству графита в настоящее время расположены в Китае, который также является одной из стран с самым высоким спросом на это сырье.

Каковы физические и химические свойства графита? Черный графит с серебристым металлическим блеском - одна из самых известных разновидностей углерода. Чем еще он отличается? Данный минерал:

- исключительно мягок, склонен к ломкости, сминанию (графит занимает 1-е место наряду с тальком по 10-балльной шкале твердости Мооса),
- грубый,

- устойчивый к сжатию,
- липкий,
- без запаха,
- проводит электричество и тепловую энергию.

Частицы графита обладают смазывающими свойствами и устойчивы к кислотам и основаниям. Графит не растворяется в воде и, что немаловажно, не выделяет токсичных соединений, которые могли бы загрязнить окружающую среду.

Применение графита в промышленности. Благодаря специфическим свойствам природные и синтетические графиты пользуются большой популярностью у производителей различных отраслей промышленности. Этот минерал используют, среди прочего, для производства:

- тиглей, реторт и других огнеупорных лабораторных емкостей,
- графитовых смазок, применяемых при обслуживании транспортных средств, приборов и машин,
- графитового полистирола, применяемого для теплоизоляции зданий,
- графитовых электродов для дуговых печей,
- насосных герметикой (это уплотнительные ленты или листы),
- пропиток и антикоррозийных красок.

Огнеупорный графит также используют в качестве реагента в химических лабораториях и в качестве замедлителя, т. е., замедлителя нейтронов в ядерных реакторах. Данное сырье хорошо работает в качестве компонента для изготовления:

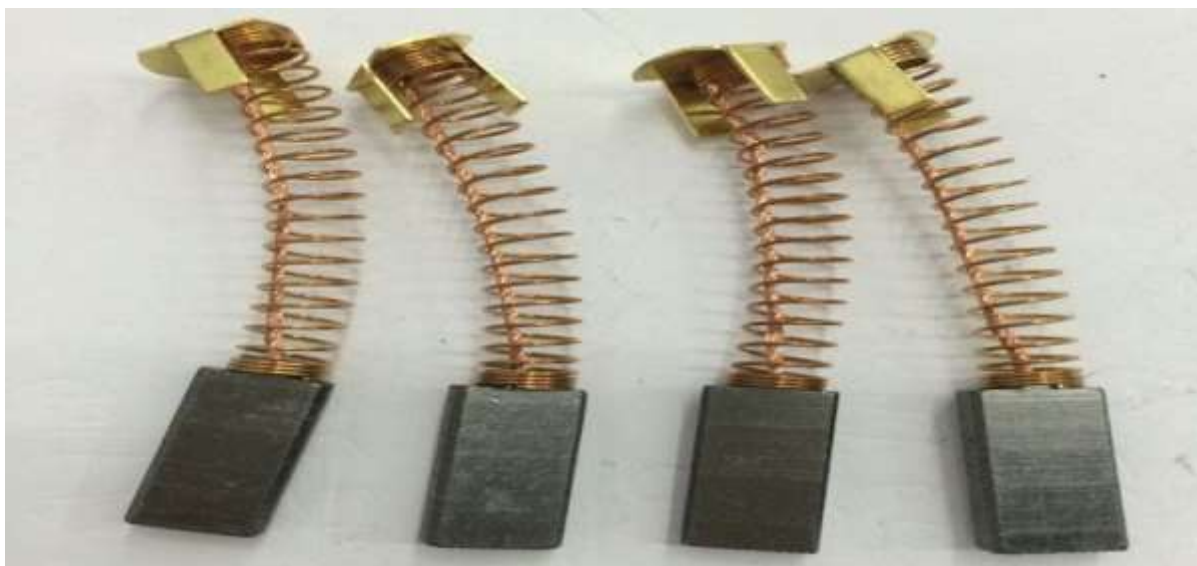
- литейных форм, применяемых в металлургии и промышленных лабораториях,
- деталей машин и электротехнических устройств (особенно работающих при высоких температурах).



Графит - бытовое применение. Можно сделать вывод о том, что графиты широко применяют в промышленности. Как мы уже знаем, черный смолистый минерал также является отличным материалом для производства карандашей, которыми мы пользуемся с раннего возраста. Заметки, сделанные грифелем, можно быстро стереть с бумаги обычным резиновым ластиком - это, в свою очередь, сделало карандаши лучшей альтернативой шариковым и чернильным ручкам. Графит можно найти во многих косметических средствах, таких как тушь для ресниц, карандаши для глаз и контурные карандаши. Также он содержится в электронных устройствах, которые мы используем каждый день, - в литий-ионных батареях сотовых телефонов, фотоаппаратах и даже в электромобилях.

Интересные факты о графите. В переводе с греческого слово «gráphein» означает «писать». Таким образом, название минерала относится к одному из его основных свойств - липкости. Первые примитивные графитовые карандаши применял в качестве заменителя древесного угля на рубеже пятнадцатого и шестнадцатого веков немецкий художник Альбрехт Дюрер. Графит был впервые описан как форма углерода немецко-шведским химиком и фармацевтом Карлом Вильгельмом Шееле в конце 1770-х годов. Шееле был также первооткрывателем кислорода, глицерина, хлора, вольфрама и многих

кислот, которые мы используем сегодня. Графит - разновидность углерода. Это означает, что он принадлежит к семейству ископаемых, в которое также входит алмаз - самый твердый минерал. По шкале Мооса алмазы занимают самую высокую, десятую, позицию. В течение сотен лет сажа, содержащая порошкообразный графит, была одним из основных ингредиентов чистящих средств, т. е. паст и защитных средств для кожаной обуви. Чистый порошкообразный графит используют в качестве промежуточного продукта для производства графитовых композитов, из которых изготавливают высококачественные легкие теннисные ракетки, устойчивые к деформации. Графитовые ракетки ценят во всем мире как любители, так и профессиональные теннисисты.



Но если мы сказали, что графит такой мягкий, как же из него тогда делают щетки коллекторных узлов, которые постоянно трутся о контактные пластины и кольца? Ведь очень часто графитовые щетки можно встретить в бытовых приборах: в миксере, электробритве, кофемолке, электродрели, болгарке и т. д. В чем же здесь секрет? Почему щетки мгновенно не изнашиваются подобно карандашу? А суть в том, что [щетки для электротехники](https://newarticle.uz/index.php/ztifm/index) изготавливают не из чистого графита, а из графита с добавлением связующего вещества, да еще и подвергают специальной обработке. Технология производства щеток

достаточно сложна, она включает в себя процессы прессования и обжига, что делает щетки более прочными и износостойкими. Так, на последнем этапе производства, электрографитовые щетки насыщают углеродом в печи при температуре в 2500 градусов! Металл графитовые щетки содержат порошки металлов и сажу.

Существуют твердые, средние и мягкие электрографитовые щетки. Мягкие щетки:

- ЭГ-4 и ЭГ-71; ЭГ-14 - средние, универсальные;
- ЭГ-8 и ЭГ-74 - твердые, они содержат в своем составе абразивный порошок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Таким образом, в настоящей обзорной статье приведены и анализированы[1-10] известные в литературе информации о свойствах графина и его использовании новых способов в разработке методов в различных областях исследований.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Nguyen; Nguyen; Nguyen; Le, Vo; Ly, ; Kim, ; Le, (2019). Recent Progress in Carbon-Based Buffer Layers for Polymer Solar Cells. Polymers, 11(11), 1858-. doi:10.3390/polym11111858.
2. К.С. Новоселов, УФН, 181, 1299 (2011).
3. D. Bischoff, A. Varlet, P. Simonet, M. Eich, H.C. Overweg, T. Ihn, K. Ensslin, Appl. Phys. Rev. 2, 031301 (2015).
4. M.I. Katsnelson, Graphene: Carbon in Two Dimensions, New York: Cambridge University Press (2012).
5. D.R. da Costa, A. Chaves, M. Zarenia, J.M. Pereira, G.A. Farias, F.M. Peeters, Phys. Rev. B 89, 075418 (2014).
6. L.J.P. Xavier, D.R. da Costa, A. Chaves (Jr.), J.M. Pereira, G.A. Farias, J. Phys.: Condens. Matter 28, 505501 (2016).
7. S. Russo, J.B. Oostinga, D. Wehenkel, H.B. Heersche, S. Sobhani, L.M.K. Vandersypen, A.F. 36 Morpurgo, Phys. Rev. B 77, 085413 (2008).

8. A. Rahman, J.W. Guikema, S.H. Lee, N. Markovic, Phys. Rev. B 87, 081401(R) (2013).
9. Y. Hu, M. Ruan, Z. Guo, R. Dong, J. Palmer, J. Hankinson, C. Berger, W.A. de Heer, J. Phys. D: Appl. Phys. 45, 154010 (2012).
10. E.S. Azarova, G.M. Maksimova, V.A. Burdov, Physica E 106, 140 (2019).