

Міністерство освіти і науки України
Селидівський гірничий технікум
Циклова комісія гірничо – економічних дисциплін

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА
конференції
в рамках тижня циклової комісії
АЛМАЗ. ЛЕГЕНДИ ТА ДІЙСНІСТЬ

Дисципліни: Основи геології. Геологія
Спеціальності: 184.02 Гірництво. Освітня програма
«Підземна розробка корисних копалин»
184.04 Гірництво. Освітня програма
« Шахтне і підземне будівництво»



Методична розробка конференції на тему: «Алмаз. Легенди та дійсність» з дисципліни «МПН 02.06 Основи геології» та «МПН 02.10 Геологія» для студентів за спеціальністю 184.02 Гірництво. Освітня програма «Підземна розробка корисних копалин» та спеціальності 184.04 гірництво «Шахтне та підземне будівництво»

« ____ » _____ 2019 - ____ с.

Розробник: Кайда Л. С., викладач геології і будівельних дисциплін
Селидівського гірничого технікуму, спеціаліст вищої категорії.

Викладено методику проведення конференції за темою « Алмаз. Легенди та дійсність» з використання сполучення традиційних та інноваційних методів і форм проведення заняття. Конференція спрямована на удосконалення методики організації діяльності студентів на випереджувальні завдання, на сприяння розвитку творчої самостійності, розвитку вмінь та навичок самостійного опрацювання матеріалу, поглиблення інтересу студентів до геології та її застосуванню, на виховання такту, розвиток культури геологічної мови та навичок публічного виступу.

Для викладачів геології вищих навчальних закладів 1-2 рівнів акредитації.

Рецензент: Мітєв Д. М. – викладач гірничих дисциплін СГТ, спеціаліст вищої кваліфікації

Методична розробка затверджена та схвалена на засіданні циклової (предметної) комісії гірничо – економічних дисциплін

Протокол від « ____ » _____ 2019 року № ____

Голова циклової(предметної) комісії _____ Б. В. Володіна

РЕЦЕНЗІЯ

на методичну розробку відкритого заняття-конференції на тему:
«Алмаз. Легенди та дійсність» в рамках тижня циклової комісії,
склала викладач геології Селидівського гірничого технікуму
спеціаліст вищої категорії кайда Л. С.

Методична розробка складена для проведення відкритого заняття – конференції в рамках тижня циклової комісії з дисципліни «Основи геології», «Геологія» для студентів денного відділення спеціальності 184.02 Гірництво. Освітня програма «Підземна розробка корисних копалин» та спеціальності 184.04 Гірництво. Освітня програма «Шахтне і підземне будівництво»

Методична розробка виконана на високому методичному рівні з урахуванням вимог щодо складання та оформлення методичних матеріалів

В даній розробці розкрито основні етапи проведення конференцій, використано сучасні методи і прийоми, за допомогою яких досягається удосконалення методики навчання і виховання студентів. Для проведення відкритого заняття викладач обрала конференцію з елементами візуалізації.

Форма проведення заняття дозволяє закріпити і систематизувати теоретичні знання студентів, розвинути розумові здібності, самостійний пошук матеріалу у випереджальних завдань за темами, логічне мислення тощо.

Викладач сприяє розвитку та вихованню професійних якостей особистості майбутнього фахівця, культури професійного спілкування, зацікавленості у вивченні дисципліни.

Методичну розробку розглянуто та схвалено на засіданні циклової комісії гірничо – економічних дисциплін.

Методична розробка є спробою розкриття методики проведення конференції з елементами візуалізації і призначена для викладачів 1-2 рівнів акредитації

Рецензент:

Мітєв Д. М. – викладач гірничих дисциплін СГТ, спеціаліст вищої категорії

ЗМІСТ

Вступ

1. План заняття

2. Перебіг заняття

3. Додатки

Інформаційні джерела

ВСТУП

Процеси, які відбуваються в Україні на політичному, соціально – економічному, науковому і освітньому рівнях, входження її єдиний європейський простір, визначають відповідний розвиток системи вищої освіти. У цих умовах саме рівень і якість підготовки кадрів стають найважливішими чинниками і необхідною передумовою ефективного вирішення завдань економічного розвитку держави.

Сьогодні необхідний фахівець «нового типу» - це професійно і соціально мобільний, який має глибокі професійні знання за фахом, володіє економічними і правовими знаннями; здібний до технічної і соціальної творчості і самовдосконалення, готовий до роботи в ринкових умовах праці і до гострої конкуренції. Ці вимоги потребують від системи освіти використання новітніх технологій і умов навчання.

Здатність людини мислити забезпечує систематичне вдосконалення процесу і результатів розумової діяльності на основі геологічних знань ширше, ніж того потребує програма.

Використання інноваційних технологій дає можливість суттєво покращити мотивацію студентів до навчання. Сполучаючи традиційних та інноваційних методів навчання сприяє підвищенню активізації розумової діяльності та отриманню очікуваних результатів.

Методичні рекомендації можуть бути використані для геології ВНЗ 1-2 рівнів акредитації з метою підвищення якості проведення занять.

ПЛАН ЗАНЯТТЯ

Групи 1Пр -18; 1ШПБ -18

Дата проведення 30 10 2019 р.

Тема заняття : « Алмаз. Легенди і дійсність»

Мета заняття:

- | | |
|-------------|--|
| методична: | викладено методику організації та проведення конференції з використанням сполуки традиційних та інноваційних методів навчання; методику організації випереджальних завдань, підвищення якості знань; |
| дидактична: | навчити самостійно викладати підготований матеріал, володіти геологічною мовою; |
| виховна: | сприяти формуванню та розвитку інтелектуальних та творчих здібностей, розвитку самостійності студентів, поглиблювати інтерес до науки; розвивати навички публічного виступу. |

Вид заняття: конференція

Тип заняття: конференція з елементами візуалізації

Методи і форми проведення заняття: фронтальне опитування, евристична
бесіда, проблемні питання, використання відео – і
слайдо-презентацій; випереджальне навчання.

Міждисциплінарні зв'язки:

забезпечувані: фізика, хімія, географія, математика;

забезпечуючі: цикл гірничих дисциплін.

Методичне забезпечення: методична розробка заняття, доповіді студентів,
відео –і слайдові презентації

Технічні засоби навчання: мультимедійний проектор, ноутбук.

ЛІТЕРАТУРА:

Обов'язкова:

1. Кейльман Г. А., Болтиров В. Б. Основи геології – М.: Надра ,1991 – 288 с.
2. Кравцов А.І.,Бакалдіна А.П. Геологія – М.: Надра,1979 – 344 с.

Додаткова:

1. Милашев В.А. Алмаз. Легенди і дійсність – Л.: Недра,1981 – 164 с.
2. Рожков І.С., Мороз А. П. Алмази на службі людини – М.: Надра,1967 – 190 с.
3. Супричов В. А. Цікава геммологія – Київ: Наукова думка, 1984 – 198 с.
4. Пыляев М.И. Драгоценные камни, их свойства, месторождения и употребление. – СПб.: 1877 – 196 с.
5. Орлов Ю.Л. Минералогия алмаза. М.: 1973, 223 с.
6. Епифанов В.И., Песина А.Я., Зыков Л.В. Технология обработки алмазов в бриллианты. М.: 1976, 320 с.
7. Ферсман А.Е. Кристаллография алмаза. М.: 1955, 566 с.

ІНФОРМАЦІЙНІ ДЖЕРЕЛА:

1. <https://www.yta.ru/about/articles/almaznyy-instrument-dlya-obrabotki-drevesiny-peredovaya-tehnologiya/>
2. <http://www.sib-science.info/ru/heis/nauchilis-vyraschivat-06082018>
3. <https://crimeaz.ru/images/kerch/lapidariy/lapidariy1.jpg>
4. <https://nplus1.ru/material/2017/10/23/carbon-atom>
5. <https://www.shimansky.co.za/ru-ru/discover/about-diamonds/famous-diamonds>
6. <https://www.shimansky.co.za/ru-ru/discover/about-diamonds/famous-diamonds>

ПЕРЕДМОВА

Алмаз! Це назва відома кожному. З ним асоціюються уявлення про незрівнянному блиску і неперевершеною твердості. З другою властивістю пов'язана і назва мінералу, яке відбуватиметься від арабського слова *ал-мас* ("твердий"), або від грецького *адамас* ("нездоланний", "незламний").

Алмази здавна використовувалися як самих вишуканих прикрас і мали велике валютне значення. Прозорі безбарвні або красиво забарвлені кристали алмазу, придатні для ограновування (кристали ювелірних сортів), є дорогоцінним камінням 1-го класу, так само як сапфір, рубін, смарагд, олександрит, хризоберіл, благородна шпінель, евклаз. Ювеліри поділяють алмази на майже 1000 сортів залежно від прозорості, тону, густоти, рівномірності забарвлення, наявності тріщин, мінеральних включень і деяких інших ознак.

З кінця XX ст. алмази починають застосовуватися на виробництві. В даний час економічний потенціал найбільш розвинених держав значною мірою зв'язується з використанням ними алмазів. Досить нагадати, що за оцінками західних економістів промисловий потенціал США у разі відмови від імпорту алмазів впаде в 2-3 рази. Застосування алмазного інструменту істотно підвищує чистоту обробки деталей, а продуктивність туди зростає при цьому в середньому на 50%. Кожен карат¹ алмазів, використаних в інструментах, приносить економію на 3-6, а в деяких випадках і до 200%.

У промисловості використовується переважно алмази, непридатні для огранювання: непрозорі, з численними включеннями, тріщинуваті кристали,

¹ Маса алмазів прийнято вимірювати в каратах. Каратом в Стародавній Греції називали насіння річкового дерева, які за формою нагадують дуже велику горошину. Після висушування насіння мали порівняно постійну масу - від 150 до 220 мг. Метричний карат складає 200 мг.

мало зернисті відростки, алмазна крихта тощо. Єдиної класифікації технічних алмазів не існує, оскільки кожна галузь промисловості висуває свої вимоги до їх сортування.

Які ж властивості алмазу визначають його широке використання в самих різних областях народного господарства? В першу чергу, звичайно, виняткова твердість, яка, якщо судь по швидкості стирання, в 150 разів вище, ніж у корунду, і в десятки разів вище, ніж у кращих сплавів, застосовуваних для виготовлення різців. Алмаз застосовується при бурінні гірських порід і механічній обробці самих різноманітних матеріалів, для протягування (волочіння) тонкої дроту, як абразив тощо.

Буріння свердловин в товщах гірничих порід, що складають земну кору, в широких масштабах застосовується при пошуках і розвідці родовищ корисних копалин, а також при експлуатації нафтових і газових покладів. Не обійтися без буріння і при виконанні всіляких вибухових і інженерно-геологічних робіт, що передують зведенню великих будівель, заводський корпусів, гребель і багатьох інших об'єктів.

У технічному відношенні найбільш досконалим є обертальне алмазне буріння, яке здійснюється висвердлюванням свердловин в товщі гірських порід за допомогою бурових коронок, армованих алмазами (рис. 1). Коронка пригвинчується в кінця металевої труби, яка з'єднана з колоною труб і приводиться в швидке обертання двигуном бурового верстата. Закріплені на коронці алмази висвердлюють в товщі гірських порід циліндричний отвір, а що залишається в центрі стовпчик (кern) породи витягується при періодичних підйомах бурового снаряда на земну поверхню. Видалення кам'яного пилу і охолодження коронки здійснюється потоком води, який закінчується через труби і піднімається назад на поверхню по кільцевому

зазору між трубами і стінкою свердловини. Коронки, армовані алмазами, підвищують швидкість буріння свердловин в найбільш твердих породах в 8-15 разів у порівнянні з бурінням, заснованим на застосуванні твердосплавних або дробових коронок.



Рис. 1 – Алмазні коронки для буріння

Студент 1. Застосування алмазів в промисловості

Більше половини видобутку технічних алмазів йде на **виготовлення спеціального інструменту** для обробної промисловості. Застосування алмазних різців і свердел на обробці кольорових і чорних металів, твердих і надтвердих сплавів, скла, каучуку, пластмас та інших синтетичних речовин дає величезний економічний ефект у порівнянні з використанням теврдосплавного інструменту. Надзвичайно важливо, що при цьому не тільки підвищується в десятки разів продуктивність праці (при токарній обробці пластмас навіть в сотні разів!), Але одночасно значно поліпшується якість продукції. Оброблені алмазних різцем поверхні не вимагають шліфування.

Зовсім незамінні алмази при виточування опорних рубінових каменів, що використовуються в часових і багатьох інших точних механізмах, а також

при виправленні (відновленні робочої поверхні) шліфувальних корундових і карборундових кіл.



Рис. 2 – Алмазні шліфувальні круги



Рис. 3 – Алмазна приточка дисків

Впізнати її можливо по сріблястому кольору, що відрізняється від кольору самого диска, а якщо придивитися на лицьовій стороні видно смужки від різця.

Фактор стійкості різних матеріалів по відношенню до твердого сплаву K05

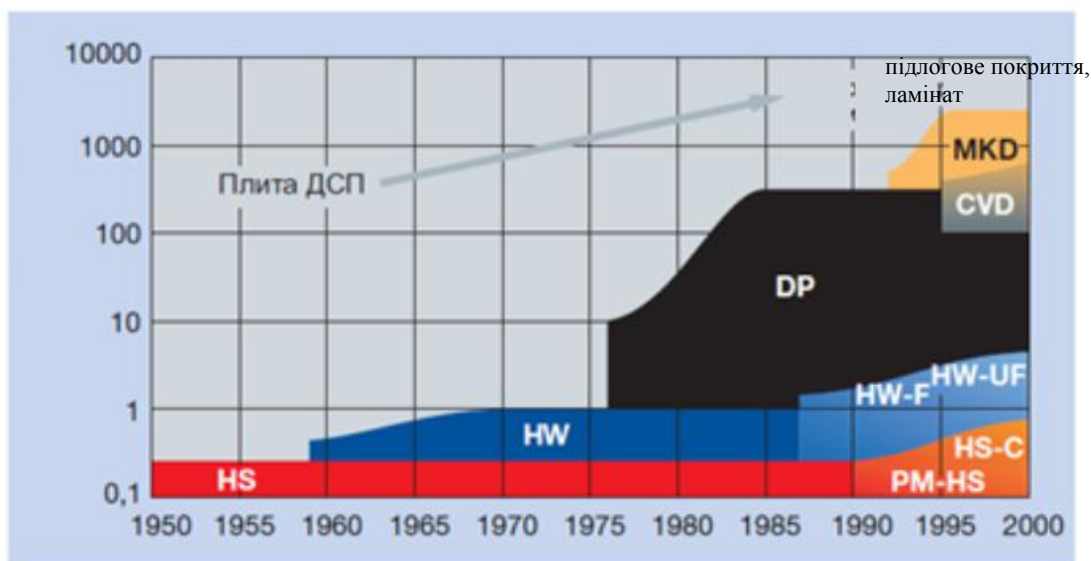


Рис. 4 – Еволюція впровадження ріжучих матеріалів та їх стійкість на прикладі алмазного інструменту для обробки деревини.

HS, HSS – Швидкорізальна сталь, легована сталь; HW – Твердий сплав;
DP, PCD – Полікристалічний алмаз

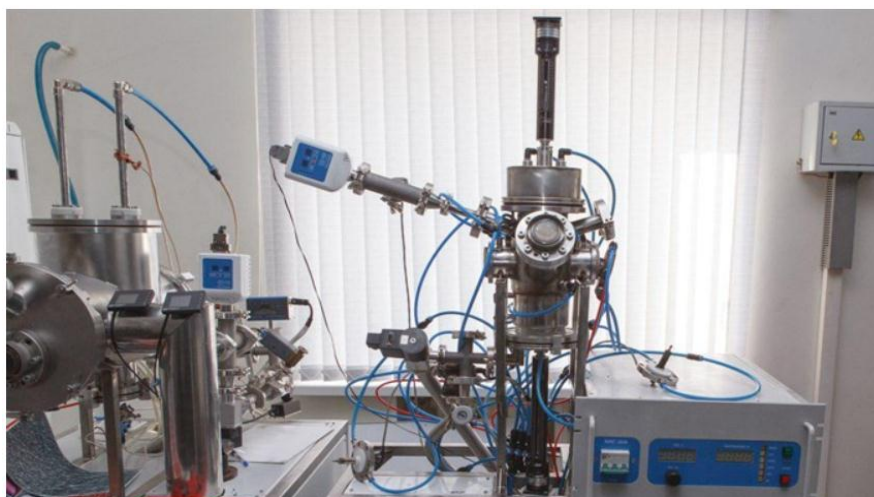


Рис. 5 – Установка нанесення алмазного покриття на твердосплавний інструмент (для осаджування CVD алмазу)



Рис. 6 – Алмазні фільтери

Алмазні філь'єри використовуються в електротехнічній, радіотехнічній та приладобудівній галузі промисловості, де у величезних кількостях використовують тонкий дріт, що виготовляється з різних металів. До неї пред'являють суворі вимоги до кругової формі і незмінності діаметра поперечного перерізу дроту при високій чистоті поверхні. Така дріт з твердих металів і сплавів (вольфраму, хромнікелевого сталі і ін.) Може бути виготовлена лише за допомогою алмазних фільтер.

Широке застосування в промисловості знаходять і **алмазні порошки**. Їх отримують шляхом дроблення низькосортних природних алмазів, а також виготовляють на спеціальних підприємствах з виробництва синтетичних алмазів. Алмазні порошки використовуються в дискових алмазних пилах, дрібно алмазних бурових коронках, спеціальних напилках і як абразив. Тільки з застосування алмазних порошків вдалося створити унікальні свердла, які забезпечують отримання глибоких тонких отворів в твердих і тендітних матеріалах. Такі свердла (алмазні "жала") дозволяють висвердлювати, наприклад, в склі отвори діаметром 2 мм і довжиною 850 мм!

З 50-х років увагу вчених і конструкторів починають залучати інші фізичні властивості алмаза. Відомо, що, потрапляючи в кристал, швидкі заряджені частинки вибивають електрони з його атомів, тобто іонізують речовину. У алмазі під дією зарядженої частинки відбувається світлова спалах і виникає імпульс струму. Ці властивості дозволяють використовувати алмази в якості детекторів ядерного випромінювання.

Хімічна інертність алмазів дозволяє їх використовувати в медицині, в тому числі і для порожнинних досліджень. Прилади, створені на основі використання алмазів в напівпровідниках, здатні працювати при низьких і високих температурах, в сильних електромагнітних і гравітаційних полях, в агресивних середовищах. Отже, такі прилади незамінні при освоєнні космосу і глибинного вивчення нашої планети.

Кінець доповіді студента 1.

Студент 2. Синдбад-мореплавець і інші

Винятковість властивостей алмазу породило безліч легенд, в яких поряд з найчистішим вимислом зустрічаються і опису деяких реальних властивостей каменю.

На думку індусів, алмази утворюються з «п'яти початків природи»: землі, води, неба, повітря і енергії. Індуси ділили алмази, як і людей, на чотири касти. Давньоримський натураліст Пліній Старший писав, що «найбільшу ціну між людськими речами, а не тільки між коштовними каменями, має алмаз, який довгий час тільки царям, да і то вельми небагато кому, був відомий». Поряд з легендами, він приводить і реальні характеристики алмазів. Зокрема, використання останніх при обробці інших

твердих матеріалів і зазначає, що сам алмаз може бути оброблений тільки іншим алмазом.

Через століття легенди обростали все новими забобонами і міфами. Так, в середні століття були складені навіть спеціальні книги, лапідарії, про походження, магічних і цілющих властивостях різних каменів.



Рис. 7 – Кримський лапідарій - історія в камені

Наочне уявлення про зміст лапідарій дає проведений нижче уривок з книги XVI ст.

«... Хороші алмази Індії зазвичай знаходяться на скелях, в море і на пагорбах, де розташовані золоті рудники. Деякі алмази завбільшки з біб, інші з горіх. Вони квадратні і своєрідно загострені як зверху, так і знизу без участі рук людини. Вони ростуть разом, чоловічі та жіночі, харчуються небесної росой і виробляють на світ маленьких дітей, які множаться і ростуть

... Людина повинна носити алмаз з лівого боку, оскільки тоді камінь надає більший вплив. Алмаз передає власнику твердість і мужність, зберігає члени його тіла. Він дає

людині перемогу над ворогами, якщо справа його права. Алмаз надає і зберігає гостроту розуму, оберігає від розгулу, печалі і чаклунства, від фантазій і злих духів. Однак часто трапляється, що хороший алмаз втрачає силу через гріховності і нестриманості людини, який носить його».

У відомій казці про подорожі Синдбада-мореплавця розповідається про хитромудрий спосіб видобутку алмазів. Деся в далекій країні є надзвичайно глибоку ущелину, дно якого вкрите алмазами. Доступ до скарбів перегороджують незліченні полчища величезних змій. Однак люди знайшли спосіб отримувати дорогоцінні камені і звідси. З ущелини вони скидали великі шматки м'яса. Алмази прилипали до м'яса, а величезні орли несли його в свої гнізда. Сміливі шукачі добиралися до орлиних гнізд і збирали тут блискучі алмази.



Рис. 8 – Ілюстрація до казки про Синдбада-мореплавця. Художник зобразив блискучий алмаз, який на м'ясі був принесений в гніздо орлом.

Випадково чи ні, але в цій казці є два моменти, які пов'язуються з фактичними даними. Одним з них є здатність алмазу прилипати до жирів, а другий – «посередницька роль птахів при видобутку алмазів». Достовірно відомо, що на ранньому періоді історії алмазних розробок в Південній Африці (XIX ст.) вважалося вигідним розводити домашню птицю. Птахи рилися у відвалах гірських виробок і, побачивши блискучі зерна, ковтали їх. Зоб кожної зарізаною птиці потім ретельно оглядали в надії знайти кристал. Так, достовірно задокументовано, що в зобу у одного голуба, вбитого на території алмазного рудника, було виявлено 23 алмазу масою 5.5 карату.

Знайшла відображення в легендах і виняткова твердість алмазу. Пліній відзначає «невимовну» твердість каменю, який «так чинить опір ударам на ковадлі, що залізо з обох сторін розлітається і сама ковадло розтріскується». Для пом'якшення алмазів Пліній рекомендує занурювати їх в теплу свіжу кров козла. Поряд з очевидною безглуздістю подібного «рецепта» слід відзначити і те, що римський вчений не розрізняв твердості і міцності речовин. Якби він перевірів справедливості свого твердження і, поклавши алмаз на ковадло, вдарив по ньому молотком, то втратив би свої коштовності, оскільки камінь розлетівся б на дрібні шматочки. Навіть найкращі кристали алмазу і масивні дрібнозернисті агрегати його розколюються без додатка надмірного зусилля.

Викладач проводить роз'яснення понять міцності
і жорсткості і яка між ними різниця

Зовсім інший ефект виходить при впливі на алмаз поступово зростаючого спрямованого зусилля. Досліди із застосуванням гідравлічного

преса показали, що при тиску близько 5.88 МПа алмаз входить в сталь, «як в масло».

У китайських легендах IV ст. н.е. розповідається, що в королівстві Фу-Нан видобуваються алмази, які можуть різати яшму. За своїм виглядом вони нагадують плавиковий шпат і ростуть, подібно сталактитами, на дні моря, на глибині сотень метрів. Плавці пірнають за ними вранці і випливають тільки до кінця дня. При ударі по алмазу молотком алмаз залишається неушкодженим, а молоток розколюється. Однак якщо нанести удар баранячим рогом, то алмаз розламається, як лід. Очевидно, що автори цієї легенди безладно змішували властивості декількох мінералів: алмаза, перлів і кальциту.

Легенди про алмази та інше дорогоцінне каміння включалися і до художніх творів. Дуже поетичні описи самоцвітів у творах А.І. Купріна. Суламіф в однойменній повісті Купріна заслухалася, коли цар Соломон розповідав їй про внутрішню природу каменів, про їх чарівні властивості і таємничих значеннях. Про алмаз там говориться, що він «цар всіх каменів – камінь шамір Він залишається неушкодженим в самому сильному вогні. Це світло сонця, згусле в землі і охолоджений часом. Помилуйся, Суламіф, він грає всіма кольорами, але сам залишається прозорим, точно крапля води. Він сяє в темряві ночі, але навіть днем втрачає своє світло на руці вбивці».

Вигадки і легенди про шляхи утворення алмазів народжувалися не тільки на початку ери, але і в середні століття. Всього лише 100 років тому в журналі «Кругозір» (№6Б 1877 г.) була опублікована стаття такого змісту: «Про походження алмазу є лише смутні припущення. Він утворився, ймовірно, серед первісних порід, але його знаходять винятково серед нанесених каменів і в річковому піску новітнього освіти. Тому немає

можливості визначити, яким шляхом утворився алмаз: сухим, мокрим або органічним. Робилися навіть спроби плавити вуглець, але це не вдалося і при найсильнішій спеці, який тільки можна досягти. Так як рідка вуглекислота розчиняє вуглець в надлишку, то думали, що можна отримувати алмази при випаровуванні такого розчину. Нарешті, відомий хімік нашого часу Ю. Лібіх навіть припускав, що алмази – продукт гниття ».

Менш ніж за сто років людство не тільки розгадало таємницю утворення природних алмазів, а й навчилося виготовляти синтетичні алмази в необмеженій кількості.

Кінець доповіді студента 2.

Викладач задає питання чи знає хто умови утворення алмазів?

Які є найбільші родовища алмазів на Землі?

Студент 3. Алмаз-сирець

Природні алмази в «сирому» вигляді досить непрозорі. У більшості випадків вони являють собою порівняно дрібні (1-5 мм в діаметрі) зерна з тьмяною матовою або шорсткою поверхнею, нерідко покриті плівками, корочками і ознаками сторонніх речовин (бурих гідроксидів заліза і т.п.). І навіть добре утворені прозорі кристали алмазу з гладкими поверхнями граней не володіють блиском і «грою», настільки типовими для дорогоцінних каменів, і тому зазвичай не привертають увагу неспеціалістів.

Переважна частина алмазів зустрічається у вигляді відокремлених кристалів: у всіх родовищах присутні зростки, утворені декількома дрібними

кристалами, а також мікро- і сховано-кристалічні агрегати, складені сотнями тісно зрощених дрібних зерен.



Рис. 9 – Технічні та ювелірні алмази в нешліфованому вигляді

Переважна частина алмазів зустрічається у вигляді відокремлених кристалів: у всіх родовищах присутні зростки, утворені декількома дрібними кристалами, а також мікро-кристалічні агрегати, складені сотнями тісно зрощених дрібних зерен.

Відокремлені кристали алмазу вражають різноманіттям форм і складністю скульптурних утворень на гранях. Найбільш характерною формою алмазних кристалів є восьмигранник (октаедр). Рідше зустрічаються алмази зустрічаються в формі куба, ромбододекаедра (12-ти гранніка, кожна грань якого є ромбом) і деякі інші варіанти. Поряд з плоскогранніками (плоскі або плостоступінчасті грані) у всіх родовищах присутні, а іноді і переважають кристали з опуклими викривленими гранями. Крім зазначених, в будь-якому родовищі незмінно присутні всі перехідні різновиди.

Колір алмазів змінюється в широких межах і має велике значення при оцінці ювелірних, а іноді і технічних каменів. Найбільш звичайні безбарвні, жовті, бурі, сірі та чорні алмази. Рідше зустрічаються різновиди з зеленими, блакитними і рожевими відтінками. Камені чистих яскравих тонів синього, зеленого і червоного кольору дуже рідкісні.

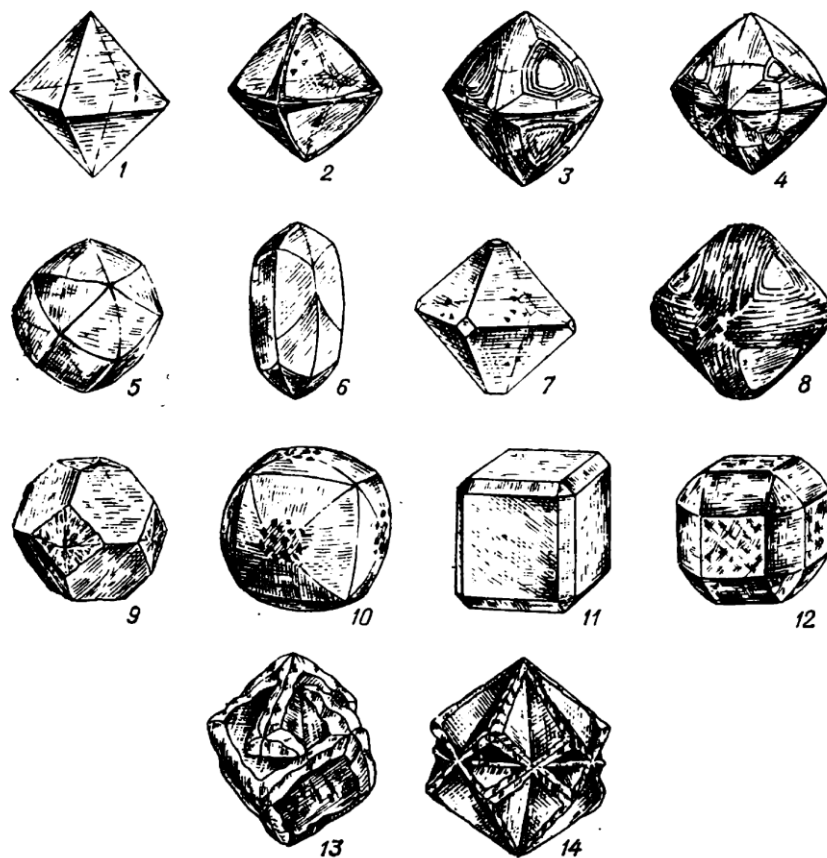


Рис. 10 – Природні кристали алмазів (за А.Е.Фарсманом)

Чітко видно різні стадії перетворення плоскогранних октаєдрів (1, 2) через перехідні форми – октаєдри-додекаєдроїди (3, 4) – в типові додекаєдроїди (5, 6). Те ж для комбінаційних кристалів кубооктаєдричеського вигляду, вихідні плоскогранні форми яких характеризуються переважанням (7, 8), приблизно рівним (9, 10) і підлеглим (11, 12) розвитком граней октаєдра. Закономірні хрестоподібні проростання (двійники) кубічних кристалів (13, 14)

Забарвлення у багатьох кристалів розподілена нерівномірно, а концентрується на окремих ділянках. При нагріванні деяких бурих алмазів вони набувають золотистий відтінок, а блідо-рожеві стають густо-рожевими. Правда, через нетривалий час первинне забарвлення відновлюється. Поверхня каменів найдавніших (більше 1-1,5 млрд років) родовищ має зелене забарвлення, яка зникає при механічній обробці кристала. Виникнення зеленої сорочки на алмазах пов'язано з тривалим впливом на них радіоактивного випромінювання.



Рис. 11 – Нерівномірність забарвлення природних каменів

Завдяки науково-технічному прогресу в другій половині XX ст. стало можливим змінювати забарвлення природних каменів. Бомбардуванням кристалів алмазу електронами, протонами, нейтронами і наступною термічною обробкою вдається фарбувати в жовтий, блакитний, зелений, коричневий і димчастий кольору. Опромінені в атомному реакторі алмази набувають зелений і коричневий кольори, а вміщені в прискорювач елементарних частинок стають синіми і блакитними. Залежно від характеру і

інтенсивності опромінення зміна забарвлення може відбуватися тільки в поверхневому шарі або по всьому об'ємі кристала, вона може зникнути через короткий час або зберігатися без змін роками.

Кінець доповіді студента 3.

Викладач демонструє відео про видобуток алмазів в Африці

Студент 4. Перетворення алмазів в діаманти

Кристали, які зустрічаються в природі, рідко мають форму правильних багатогранників. Зазвичай з межі розвинені нерівномірно, мають тріщини, штрихи, нарости, нерідкі сторонні включення. Тому в природних кристалах зазвичай немає гри світла і до винаходу способу ограновування і шліфовки алмазів вони не мали тієї ціни, яку придбали згодом. За старих часів найбільш цінувалися прозорі октаедричні (восьмигранні) кристали алмазу з дзеркально-гладкими гранями. Такими алмазами за переказами була прикрашена мантия Людовика Святого.

Ще в стародавній Індії було помічено, що при терті одного алмазу по другому грань їх шліфуються і блиск зростає. Через деякий час в Індії, а пізніше в Італії, Франції та Бельгії стали застосовуватися ограновування алмазів «майданчиком» або «октаедром».



Рис. 12 – Найпростіше огранювання алмазів

Вважається, що першим серед європейців навчився шліфувати алмази Людвіг Беркем. Він зауважив, що при терті одного алмазу про іншу вони поліруються. У 1454 році він огранив свій перший алмаз, який згодом отримав назву «Сансі».

Справжня краса, блиск і феєрична «гра» променів світла у алмазів розкривається і досягається в результаті спеціальної обробки природних прозорих кристалів, які після цього називаються діамантами.

Розпилювання алмазів необхідно для більш ефективного використання їх використання, наприклад, щоб звільнити від ділянок з дефектами і сторонніми включеннями. Ця операція вимагає великої майстерності, так як навіть при одному необережному ударі алмаз може бути перетворений на осколки, непридатні для виготовлення діамантів.

Уже в XVII в. розпилювали алмази із застосуванням залізного дроту, шаржовані алмазним порошком. Процес розпилювання крупних кристалів тривав по багато місяців і при цьому витрачалося велике кількість алмазної крихти. Розпилювання алмазу «Регент», що важив 410 карат, тривало близько двох років. Пізніше, в середині XIX ст., з'явилися алмазні пили, які суттєво не відрізняються від сучасних. Це тонкий металевий диск, що швидко обертається, на який подається суспензія з дрібного алмазного порошку. У XX ст. з'явилися установки для різання алмазів ультразвуком, для електроерозійної, лазерної і електронної різання кристалів.

Обточування алмазів – одна з найвідповідальніших операцій в технологічному циклі виготовлення діамантів. Від неї значною мірою залежить ступінь використання сировини і якість готових каменів.

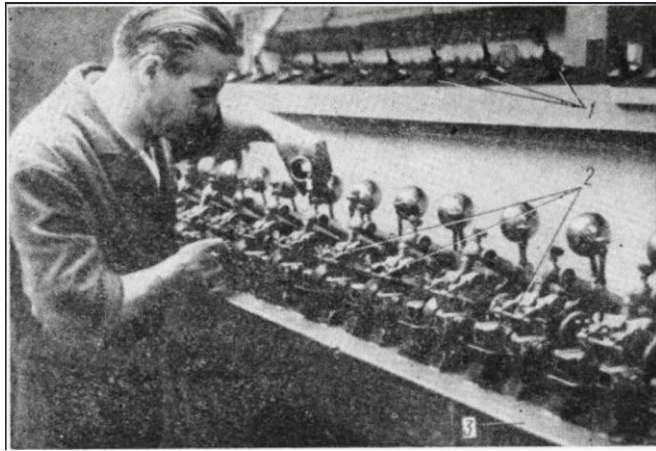


Рис. 13 – Верстати для шліфування алмазів

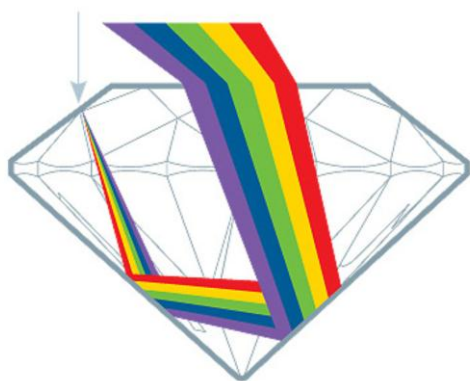
До початку XX в. алмази обточувалися вручну. Таким способом навіть при високій майстерності працівника надзвичайно складно забезпечити правильну геометричну форму. На початку XX ст. був винайдений верстат для обточування алмазів, в результаті чого різко покращилася якість обробки і зросла продуктивність праці. Робочі органи перших верстатів наводилися в обертання за допомогою ножних педалей, а надалі від електродвигуна.

Викладач демонструє відео «Огранювання алмазів, м Сурат, Індія»

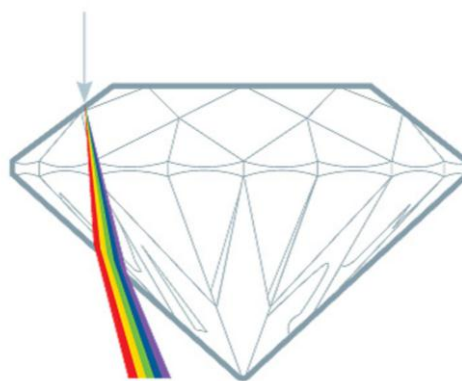
Огранювання є заключним процесом обробки алмазів з метою надання їм естетичної форми, досягнення характерного для цього мінералу блиску і «гри світла», а також усунення тріщин, виколів і інших поверхневих або поблизу поверхневих дефектів. Шліфування полягає в доданні поверхні

заготовки закономірно розташованих граней певної форми, полірування забезпечує отримання дзеркально-гладкої поверхні на отриманих при шліфовці гранях. Огранювання по праву вважається найскладнішим і відповідальним процесом при виготовленні діамантів. Для цього потрібно не тільки знання і досвід, але ще і художній смак.

Особливістю алмазу є вельми важливе оптичне властивість, що обумовлює виняткову красу цього каменю. Воно полягає в великому розходженні показників заломлення алмазу для променів різного кольору. Так, якщо для червоного світла показник заломлення складає 2,402, то для фіолетових променів він досягає 2,465. Різниця показників світло переломлювання фіолетових і червоних променів (там звана дисперсія) у алмазу в 5 разів більше, ніж у гірського кришталю, і в 2 рази перевищує відповідну характеристику кращих сортів скла. Завдяки високій дисперсії у алмазів сильно виражена властивість розкладання білого світла на складові його кольору веселки. Саме тому один і той же камінь здається забарвленим в різні кольори в залежності від положення джерела світла і спостерігача.



Алмаз переломлює і пере відбиває світло, ефективно розкладаючи його на кольори



В склі через слабе заломлення менше внутрішніх відображень

Рис. 14 – Заломлення світла

Високі світлозаломлення і дисперсія створюють неповторну «гру» діамантів, що виражається в феєричному поєднанні блиску верхніх граней з яскравими світловими спалахами і безперервними переливами всіх барв веселки зсередини каменю при повільному обертанні.

Огранювання діамантів – складний і досить трудомісткий процес. Обробка великих каменів триває місяцями, а унікальних – займає роки. Отримувані в результаті діаманти складають близько $1/2$, а іноді лише $1/3$ початкової маси каменя. При цьому кінцева вартість його подвоюється або потроюється. Перед огранюванням великих алмазів виконуються спеціальні розрахунки, що мають на меті встановити таку форму майбутнього діаманта, яка забезпечить найкращу гру світла і дозволить максимально зберегти масу вихідного кристала. Внаслідок цього діаманти не завжди ізометричні і можуть мати витягнутої і навіть краплеподібну формою.

Кінець доповіді студента 4.

Викладач більш детально розповідає про огранювання алмазів,
заломлення світла і форми діамантів

Студент 5. Знамениті алмази і діаманти

Алмаз ... Що може бути дивовижніше його форми, розмірів і чудовою здатністю відбивати світло. Алмаз не тільки дорогоцінний камінь, але і частина історії нашої планети. Давайте розглянемо найвідоміші алмази з тих, що виявлені на сьогоднішній день.



«Куллінан»



«Куллінан-І», або
«Велика зірка Африки»



«Хоуп»



«Ексельсіор»



«Золотий ювілей»



«Кох-і-нур»

Рис. 15 – Знамениті алмази і діаманти
(вибірка, в випадковому порядку)

«Куллінан» – найбільший з коли-небудь знайдених алмазів ювелірної якості. Він був виявлений в січні 1905 року і названий на честь сера Томаса Куллінана, засновника шахти «Прем'єр». Алмаз масою 3106 кар був поділений на 9 великих і 96 дрібніших каменів, а також близько 19,5 карат неpolірованих фрагментів. Двома найбільшими каменями були прикрашені британські королівські регалії. Король Едуард придбав один з великих фрагментів «Куллінана» для подружжя, королеви Олександри. Уряд

Трансваалю придбало фрагменти алмазу, що залишилися, і в 1910 році піднесло шість найбільших з них королеві Марії.

«Куллінан-І», або «Велика зірка Африки». Фрагмент алмазу "Куллінан", "Зірка Африки" – це найбільший діамант у світі. Його маса становить 530,2 карат. Цей камінь ограновування «Груша» з 74 гранями є коштовністю Британської Корони. Він закріплений у верхній частині Королівського скіпетра Британської імперії.

«Хоуп». Цей камінь названий на честь Генрі Томаса Хоупа. Вважалося, що цей алмаз масою 45,52 кар володіє величезною магичною силою. Таке повір'я було пов'язане з його незвичайним розміром і унікальним, насиченим кольором індиго. Камінь знаходиться в музеї Смітсонівського інституту у Вашингтоні.

«Ексельсіор». Серед всіх виявлених в світі алмазів "Ексцельсіор" займає друге місце за величиною. Його маса становить 995,2 карата. Камінь був знайдений в 1893 році на південноафриканській шахті Ягерсфонтейн. У нього були блакитно-білий відтінок і незвичайна форма: одна його сторона була плоскою, а протилежна – загостреною. Тому його назвали «Ексцельсіор», тобто «спрямований угору». З нього був отриманий 21 діамант.

«Золотий ювілей». Колір найбільшого в світі діаманта «Золотий ювілей» – жовтувато-коричневий. Він був знайдений в 1985 на шахті «Прем'єр». Щоб огранувати цей алмаз і отримати діамант 545,67 кар, знадобилося два роки. Діамант був придбаний синдикатом тайських бізнесменів і піднесений королю Таїланду в честь золотого ювілею, 50-річчя його коронації.

«Кох-і-нур». Цей камінь був виявлений в Індії приблизно в XIII столітті. Він належав персидському завойовнику Надир-шаха, який назвав його «Кох-і-нур» («Гора світла»). Діамант масою 186 каратів був дарований королеві Вікторії в 1850 році. Два роки по тому він був огранований заново. Нинішня маса діаманта – 108,93 карата, і його можна побачити в Лондонському Тауері.

Табл. 1 – Короткі відомості про деякі найбільші алмази і діаманти

Назва каменю	Маса в каратах	Місце і час знахідки	Примітка
Куллінан	3106	Південна Африка, 1905	Виготовлено 105 діамантів, найбільший з них «Зірка Африки» 530,2 карату, загальна маса всіх діамантів 1063,65 карату
Ексцельсіор	971,5	Південна Африка, 1893	Виготовлено 21 діамант масою від часток карату до 70 карат
Зірка Сьєрра-Леоне	961,1	Західна Африка, 1972	Вартість алмазу близько 12 млн. доларів ²
Великий Монгол	787	Індія, XVII ст.	Виготовлено діамант масою 279 карат
Алмаз Перемоги	770	Західна Африка, 1945	
Президент Варгас	726	Бразилія, 1938	Вартість за оцінкою 1939 р. 600 тис. доларів. Виготовлено 29 діамантів, у 16 з яких маса від 10 до 48,26 карату
Джонкер	726	Південна Африка, 1934	Куплений за 145 тисяч. фунтів стерлінгів. Виготовлено 12 діамантів масою від 5,3 до 142,9 карату при загальній масі всіх діамантів 370, 87 карату

² Станом на 1970 рік

Закінчуючи огляд найбільш відомих і історичних алмазів, не можна не згадати про курйози, пов'язаних з помилковими визначеннями мінералу. Так, довгий час, аж до середини XIX ст., найбільшим алмазом вважався алмаз «Браганца», що належав королю Португалії. Камінь нагадував за формою куряче яйце, важив 1680 каратів і оцінювався в 57 000 000 фунтів стерлінгів. Однак, як встановив англійський мінеролог Мові, цей «алмаз» насправді виявився безбарвним топазом.

Кінець доповіді студента 5.

Викладач більш детально розповідає про фатальний діамант «Орлов»

Студенти 6. Вуглець багатоликий

Алмаз відомий людям з незапам'ятних часів. Старовинні легенди дозволяють припускати, що перші знахідки алмазів в Індії відносяться до третього тисячоліття до нашої ери. Не менш чим за п'ять століть до початку сучасного літочислення з алмазом познайомилися стародавні греки, оскільки на цей час припадає грецька бронзова статуетка, очима якої служать два невідшліфованих алмазу. Висловлюють припущення, що в Грецію алмази були завезені з Індії.

До Європи помітну кількість індійських алмазів почало надходити тільки в XIII в. Довгий час виключно висока твердість каменю була непереборною перешкодою для європейських ювелірів, і всі спроби обробити цей мінерал терпіли невдачу. Лише в середині XV ст. голландцеві Берк вдалося огранувати алмази, шліфуючи їх один об другий.

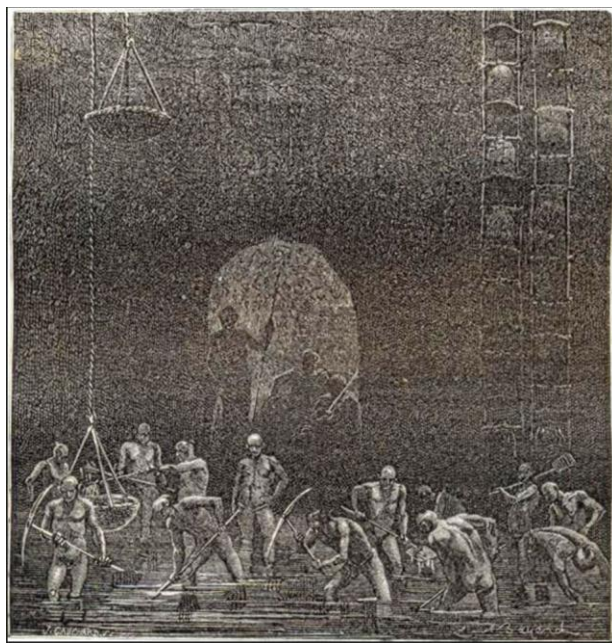


Рис. 16 – Робота в одній з алмазних копален Стародавньої Індії

Довго залишався невідомим і хімічний склад таємничого каменя, не піддаватися впливу найсильніших кислот і лугів. Деякі вчені навіть думали, що алмаз складається з особливого хімічного елемента – алмазної землі. В середині XVII ст. у Флоренції ставилися досліди по нагріванню в закритих судинах алмазів і рубінів. При цьому було встановлено, що рубіни не зазнають жодних змін, а від алмазів не залишилося «ні найменшого сліду». Це здавалося цілком незрозумілим, і лише багато пізніше з'ясувалося, що кристали алмазу, що нагріваються в оточенні кисню, просто згорають.

Велика увага цим дослідом приділяв і знаменитий французький хімік А.Лавуазьє, оскільки «безслідне» зникнення алмаза при нагріванні суперечило закону збереження матерії. Він зміг точно сказати лише те, що алмаз належить до класу горючих тіл і що продуктом згоряння його є газоподібна речовина. Відзначивши можливу спорідненість алмаза з

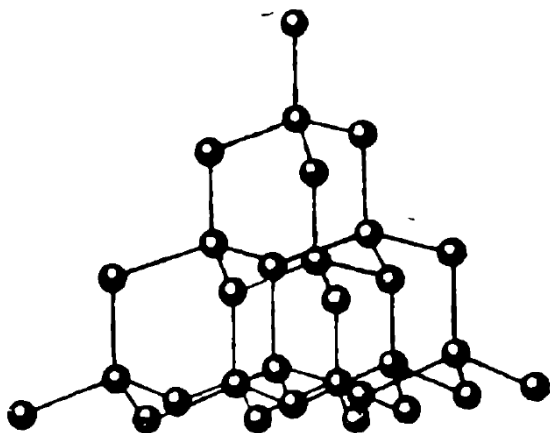
вуглецем, навчань все ж вирішив ототожнити блискучий камінь з вугіллям і не зробив остаточного висновку про склад алмаза. Він писав, що, може бути, ніколи не можна буде визначити склад цього мінералу.

Однак вже на рубежі XVIII і XIX ст. хімічна природа алмази була точно встановлена. Англійський хімік С. Теннант в 1797 р. спалив алмаз в щільно закритому золотому посуді, заповненому киснем, і встановив, що утворений при цьому газ є двоокисом вуглецю. Оскільки спочатку в посудині крім алмазу і кисню нічого не було, то, отже, алмаз в хімічному відношенні є чистим вуглецем. Щоб остаточно переконатися в правильності зробленого висновку, С. Теннант визначив кількість вуглецю в заповнює посудину вуглекислому газі. Виявилося, що воно в точності відповідає масі згорілого алмазу.

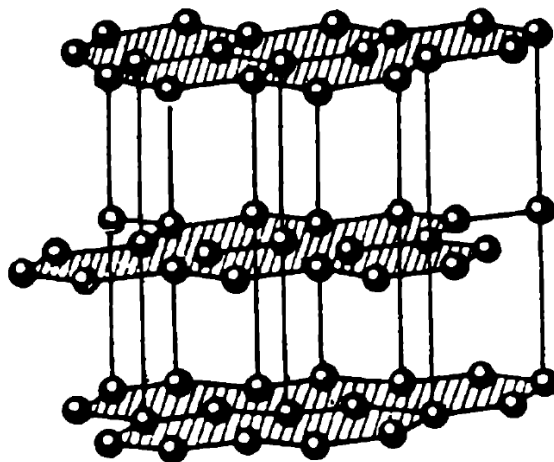
Таким чином, алмаз складається з одного хімічного елемента – вуглецю. Аналогічний хімічний склад мають графіт, дерев'яне і кам'яне вугілля, сажа, тобто вельми поширені і далеко не найпривабливіші на вигляд речовини.

Виключно за своєю прозорливості М.В. Ломоносов висловив думку: причиною надзвичайної твердості алмаза є «складання його з частинок, тісно з'єднаних». Передбачення геніального вченого підтвердилося майже через два століття, на початку XX ст., коли за допомогою рентгенівських променів вдалося розшифрувати атомну структуру алмазу і графіту. Були встановлені суттєві відмінності в просторовому розташуванні складають ці речовини елементарних частинок – атомів.

У алмазі атоми вуглецю розміщуються дуже щільно, причому кожен з них міцно пов'язаний з чотирма оточуючими його атомами.



Алмаз



Графіт

Рис. 17 – Атомна структура

Зовсім інший вид має кристалічна решітка графіту. Структура її утворена паралельними шарами сіток, що складаються з шестикутників з атомами вуглецю в вершинах. Зв'язок між шарами атомів в графіті здійснюється за допомогою легко рухомих електронів. Такий зв'язок надає речовині металеві властивості: непрозорість, блиск, високу електропровідність. Атоми в окремо взятому шарі пов'язані досить міцно, а зв'язок між шарами слабкий.

Утворення однакових за хімічним складом речовин, що розрізняються кристалічною структурою решітки, називається *поліморфізмом*, а самі такі речовини називаються поліморфними модифікаціями. Отже, алмаз і графіт є поліморфними модифікаціями вуглецю.

Розглянемо найважливіші властивості алмазу і простежимо їх зв'язок з внутрішнім пристроєм мінералу.

Хоча алмаз в чистому вигляді складається тільки з атомів вуглецю, реальні природні кристали цього мінералу постійно містять домішки інших речовин, таких як кремній, магній, кальцій, алюміній, залізо, титан і деякі інші хімічні елементи.

Поряд з дрібними включеннями в алмазах нерідко присутні і порівняно великі сторонні частинки: найчастіше графіт, дещо рідше силікати (олівін, піроксени), алюмосилікати (гранати) і складні оксиди (хромшпінеліди).

Щільність алмазу близько $3,52 \text{ г/см}^3$. Для порівняння зазначимо, що щільність графіту не перевищує $2,23 \text{ г/см}^3$. «Рихлість» атомної структури графіту привела до більш ніж півтора кратному зниження щільності.

Є ще одне дуже цікаве і важливе властивість алмазів – **люмінесценція**. Люмінесценцією називається здатність деяких природних і синтетичних речовин світитися під дією рентгенівського, ультрафіолетового та катодного випромінювання, що прийнято позначати спеціальними термінами: рентгенолюмінесценція, фотолюмінісценція, катодолюмінесценція.

Більшість алмазів має всі три види люмінесценції. Деякі кристали при цьому світяться блакитним, інші зеленим, жовтим або рожевим світлом. Темна ж і зелені кристали не люмінесцирують. Чисті кристали є прозорими не тільки для світлового, але і для рентгенівського випромінювання, що дозволяє легко визначати алмази серед подібних за зовнішнім виглядом мінералів, а також відрізняти діаманти від всіляких підробок. А ось ультрафіолетове випромінювання багато алмази не пропускають зовсім.

Твердість. Під твердістю розуміється опір одного тіла проникненню в нього іншого. Для якісного визначення відносної твердості мінералів широко використовується так звана шкала твердості (шкала Мооса), запропонована на

початку XIX ст. Шкала включає десять мінералів-еталонів, розташованих в порядку зростання твердості.

Табл. 2 – Мінералогічна шкала твердості

Мінерал-еталон		Бал твердості
Тальк	$\text{Mg}_3(\text{OH})_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$	1
Кам'яна сіль	NaCl	2
Кальцит	CaCO_3	3
Флюорит (плавиковий шпат)	CaF_2	4
Апатит	$\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3$	5
Ортоклаз (полевий шпат)	$\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$	6
Кварц	SiO_2	7
Топаз	$\text{Al}_2(\text{F}, \text{OH})_2[\text{SiO}_4]$	8
Корунд	Al_2O_3	9
Алмаз	C	10

Існують і більш точні, але разом з тим і значно складніші способи визначення твердості.

Твердість алмазів, як і інших мінералів, не залишається постійною на різних гранях одного і того ж кристала. Доведено, що твердість різних граней кристалів знаходиться в прямій залежності від щільності розташування атомів вуглецю на площинах, відповідних тій чи іншій грані.

Широко відомі істотні відмінності в середньої твердості алмазів з різних родовищ через, по всій видимості, наявності або відсутності деяких домішок і мінливості ступеня досконалості кристалічної решітки, яка залежить від фізичних і хімічних умов кристалізації алмазу.

Поряд з виключно високою твердістю алмаз має властивість розколюватися під впливом досить сильних і різких механічних ударів. При цьому вони розколюються, як правило, по площинах, паралельних гранях октаедра. Ця здатність називається **спайністю**.

Алмаз є хорошим провідником теплоти. При терті він електризується. Деякі алмази мають **напівпровідниковими** властивостями і відносяться до напівпровідників. Передбачається, що напівпровідникові властивості алмазів обумовлені наявністю в них домішки бору.

Алмаз **не піддається** дії найсильніших кислот (соляної, сірчаної, азотної, плавикової), навіть доведених до кипіння. Не реагує він і з лугами. І лише в розплавах їдких лугів, селітри або соди алмаз окислюється і згорає.

Освіта алмазу можливо тільки при високому тиску, вимірюваних десятками тисяч кілограм-сил на квадратний сантиметр.

Кінець доповіді студента 6.

Студент 7. Вуглець – сучасна історія

Науці відома також третя модифікація кристалічного вуглецю – **карбін**. Відкритий групою радянських вчених, карбін отримують з ацетилену C_2H_2 шляхом хімічних перетворень. Речовина являє собою порошок чорного кольору з вкрапленнями окремих більших частинок зі скляним блиском. При нагріванні в струмі аргону до $2800^\circ C$ карбін перетворюється в графіт.

Відкриття карбіну дозволило розробити способи отримання нових, значно вуглець-вмісних продуктів з цінними фізико-хімічними властивостями, наприклад, полімерних світлочутливих матеріалів, надміцних

волокон, термостійких матеріалів, стабільних резисторів, напівпровідникових матеріалів тощо.

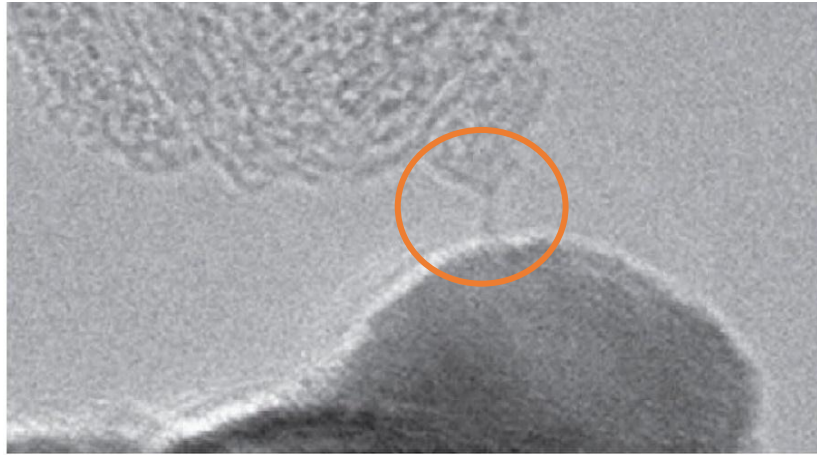


Рис. 18 – Тонка нитка, що тягнеться до залізної частці внизу – карбін

Висока хімічна стійкість і жароміцність, порівняно мала щільність, абсолютна немагнитність і багато інших властивостей кристалічного вуглецю стимулювали пошуки нових вуглецевих матеріалів.

Графен. Відкрито в 2010 році. Графен являє собою плоский моно-шар з атомів вуглецю, повністю ідентичний атомарним верствам графіту. Його популярність пов'язана з незвичайною поведінкою електронів в ньому. Вони рухаються так, немов би зовсім не мають масу. Насправді, звичайно, маса електронів залишається все тією ж, що і в будь-якій речовині. У всьому «винні» атоми вуглецю графенового каркасу, що притягають заряджені частинки і утворюють особливе періодичне поле. Наслідком такої поведінки стала велика рухливість електронів – вони переміщаються в графені набагато швидше, ніж в кремнії. З цієї причини багато вчених сподіваються, що основою електроніки майбутнього стане саме графен.

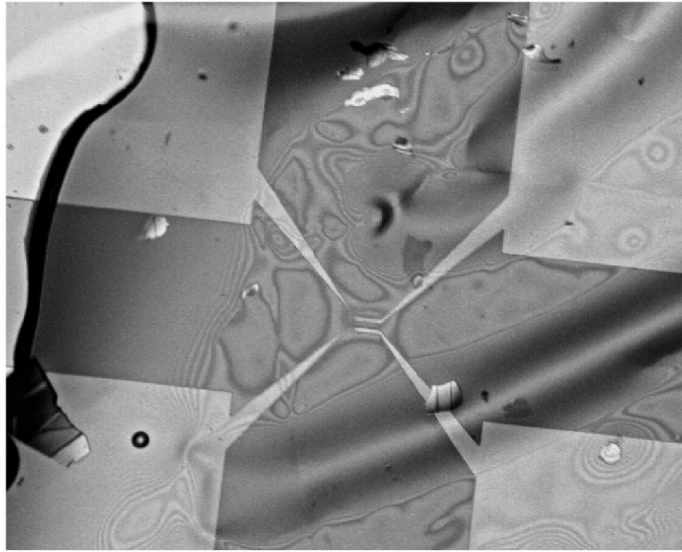


Рис. 19 – Пристрій на основі графену.

На задньому плані фотографії – золоті контакти, над ними знаходиться графен, вище – тонкий шар поліметілметакрілата

Вуглецеві нанотрубки. Уявіть собі, що ви звернули невеликий шматочок графенового листа в трубку і склеїли її край. Вийшла порожниста конструкція, що складається з тих же самих шестикутників атомів вуглецю, що і графен і графіт, – вуглецева нанотрубка. Цей матеріал багато в чому споріднений графену – він має високу механічну міцність (колись з вуглецевих нанотрубок пропонували будувати ліфт в космос), високою рухливістю електронів.

Однак є одна незвичайна особливість. Графеновий лист можна скручувати паралельно уявному краю (стороні одного з шестикутників), а можна і під кутом. Виявляється, від того, як ми скрутимо вуглецеву нанотрубку, будуть дуже сильно залежати її електронні властивості, а саме: буде вона більше схожа на напівпровідник із забороненою зоною або на метал.

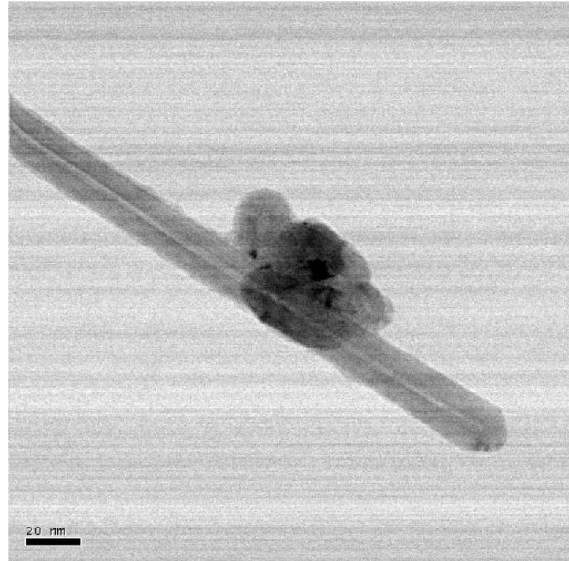


Рис. 20 – Багатошарова вуглецева нанотрубка

Як і графен, вуглецеві нанотрубки можуть знайти велике застосування в мікроелектроніці. Вже зараз створені перші транзистори на нанотрубках, що перевершують за своїми властивостями традиційні кремнієві прилади. Крім того, нанотрубки лягли в основу транзистора з найменшим затвором в світі.

Викладач демонструє відео про графен та нанотрубки

Перераховане вище – далеко не всі відомі форми вуглецю. Більш того, прямо зараз теоретики і експериментатори створюють і вивчають нові вуглецеві матеріали.