

НАУКОВІ ПОВІДОМЛЕННЯ

Корінний В.І.

Вінницький педагогічний університет ім. М. Коцюбинського

Іллінецька астроблема – геологічний феномен Вінниччини

Кожна освічена людина знає про Мамонтову печеру, каньйон річки Колорадо чи Аризонський метеоритний кратер, але чомусь так склалось, що про українські геологічні дива нам відомо значно менше. Лише останнім часом, завдяки рекламі Українського радіо та кільком інтернет-проектам, крига поступово почала скресати. Ми вже знаємо, що печера Оптимістична є найдовшою печерою України і найдовшою гіпсовою печерою світу, що Дністерський каньйон завдяки різновіковим скелястим виходам надзвичайно мальовничий, Аризонському метеоритному кратеру ми можемо протиставити Іллінецький... Однак, це лише обгортка. Справжня цінність полягає не у їх розмірах, туристичній привабливості чи занесенням до Книги рекордів Гіннеса. Ці та низка інших геологічних об'єктів України – унікальний, безцінний науковий матеріал, своєрідні кам'яні документи, які навіть при сучасних можливостях їх вивчення проливають світло на закони еволюції нашої планети, на закономірності формування її географічної оболонки.

Іллінецький метеоритний кратер або астроблема є одним з таких «документів». Подібні структури звичайні для Марса, Меркурія, Місяця чи інших супутників, однак для Землі таке явище доволі рідкісне, що зумовлено наявністю на ній атмосфери, в якій дрібні космічні тіла безслідно згорають, а великі якщо і долітають до поверхні, то утворені ними кратери вщент руйнуються ерозійними процесами. Тому й не дивно, що донедавна ніхто й гадки не мав шукати на Землі подібні кратери. Такі кратери якщо випадково і виявлялися, то вважались виключно вулканічного походження, і доказом тому служили вулканічного обліку гірські породи, що встеляли дно кратеру. Саме так було і з всесвітньо відомим Аризонським метеоритним кратером, аж поки у 1905 році американський геолог Даніель Баррінджер переконливо не довів його метеоритну природу. Відзначаючи заслуги цього геолога, Аризонський кратер інколи ще називають кратером Баррінджера. Згодом виявилось, що космічне походження має і низка інших структур. Нині на Землі нараховується майже 250 метеоритних кратерів, космічний характер яких достовірно встановлений. Щороку цей список поповнюється новими відкриттями.

Початком дослідження Іллінецької структури можна вважати 1851 рік. Саме тоді, ведучи пошуки бурого вугілля в околицях Іллінців, київський геолог К.М. Феофілактів, який невдовзі став професором Київського університету св. Володимира, а згодом і його ректором, виявив дивні породи вулканічного обліку. Їх дивина полягала у неможливості існування таких порід у середині гранітного масиву. Ці нетипові, незвичайні породи вчений визначив як фельзитові порфіри. Майже через півстоліття, у 1898 році, ці породи ґрунтовно і всебічно дослідив геолог В.Є. Тарасенко. На основі детального хімічного і мінералогічного аналізів дослідником були виділені два різновиди порід – ортофіри та вулканічні туфи. При геологічному картуванні за радянських часів цим породам вже надали

назву андезито-дацитів. Важливо відзначити, що у всіх випадках номенклатура порід ні разу не виходила за межі вулканічної термінології. Наявність давнього вулкану посередині масиву кристалічних порід пояснювалось нібито приуроченістю його до Немирівського розлому земної кори.

Метеоритну природу багатьох кільцевих структур на теренах колишнього Радянського Союзу офіційна наука вперто не визнавала, а тема, як і кібернетика чи генетика, взагалі належала чомусь до категорії «заборонених». Лише починаючи із середини 60-х років ХХ ст. під тиском незаперечних фактів одна за одною почали описуватись як метеоритні структури Пучеж-Катунська, Попігайська, Іллінецька та інші. Справжній бум у виявленні подібних структур стало «магічне» слово алмаз. З'ясувалось, що під час зіткнення метеоритного тіла з вуглецевмісними породами Землі у них можуть виникати алмази. Такі алмази були виявлені на Землі у кількох астроблемах. Особливо значні їх запаси, як нещодавно виявилось після розсекречення, зосереджені на півночі Сибіру в межах Попігайської структури. До цього вважалося, що в природі алмази можуть утворюватись тільки єдиним шляхом – у кімберлітових трубках.

У ході дослідження метеоритних кратерів виявилось, що найбільш сприятливими місцями для їх збереження є щити давніх платформ. Тому й не дивно, що при порівняно невеликих розмірах Українського щита на ньому виявлено аж сім таких структур. (Для порівняння, на видимому боці Місяця нараховується приблизно 300 000 кратерів). Один з найвідоміших американських геологів сучасності, один з авторів нової глобальної тектоніки плит, Роберт Дітц у 1960 р. запропонував називати давні метеоритні кратери Землі астроблемами, що в перекладі з грецької означає зоряні рани. Влучність і образність терміну зразу сприяли його широкому вжитку.

Визнання Іллінецької структури як астроблеми відбулося у 1973 р. після того, як українські геологи А.А. Вальтер та В.А. Рябенко навели переконливі докази ударно-метаморфічного походження порід кратеру.

Більша частина Іллінецької астроблеми локалізована в межиріччі річок Соб та її притоки Собику (басейн Південного Бугу). В середині кратеру біля його південного краю розміщується с. Лугова Іллінецького та частина с. Іваньки Липовецького районів Вінницької області.

У порівнянні з іншими астроблемами, Іллінецький кратер має низку особливих рис, які дозволяють його впевнено зачислити до категорії геологічних феноменів. Найважливішою його ознакою є близьке розташування порід, що зазнали ударного впливу, до денної поверхні. Місцями такі породи відслонюються і доступні безпосередньому вивченню. Переважна більшість інших астроблем, зокрема й на теренах України, поховані під товстим шаром осадових порід і доступні для дослідження лише геофізичними методами та за кернами свердловин. Тому Іллінецька астроблема виступає своєрідним полігоном з вивчення фізичних механізмів кратероутворення під впливом миттєвих процесів надшвидкісного удару космічних тіл і миттєвого виділення ними колосальної кількості енергії.

Маючи швидкість до 70 км/с метеорит при зустрічі з гранітними породами Українського щита миттєво загальмувався. Ударна хвиля, що виникла при цьому розійшлася від точки зіткнення й утворила в породах напівсферичну область. Через мить ця хвиля почала рухатись у зворотному напрямі й пробігла вже по тілу самого метеорита. Відбившись від його тильної сторони вона знову помчала

у протилежному напрямі. Двократний пробіг ударної хвилі призвів до повного руйнування метеориту і його вибуху. Ударна хвиля в кристалічних породах створила колосальний тиск (понад 5 млн. атмосфер). Миттєве стиснення порід під впливом такого тиску призвело до миттєвого зростання температури, яка в місці контакту сягнула відмітки 15 000°C. Від такої температури породи не лише розплавилась, але й разом з метеоритом випарувались. Тому й не дивно, що біля Іллінців не було знайдено жодного кусочка власне метеориту. По мірі віддалення від місця контакту температура була нижчою і тільки розплавляла частину порід. Ударна хвиля поширювалась до якоїсь глибини, подрібнюючи на своєму шляху породи. Припускається, що інтенсивно цей процес відбувався до глибини 600-800 м. З глибиною енергія удару поступово вичерпувалась. Досягнувши межі пружності порід, ударна хвиля відбилась. Фронт відбитої хвилі захопив із собою подрібнені породи і підняв їх у центрі кратера, сформувавши так звану центральну гірку. Викинуті з кратера уламки попадали назад у кратер та навколишню місцевість. Через лічені хвилини ударний розплав, похований під шаром уламків, починає кристалізуватись і цим формування Іллінецького кратера завершилося.

В плані Іллінецька астроблема має овальну форму із середнім діаметром близько 6,1 км. Коефіцієнт сплюснутості складає приблизно 1,17. Розміри і форма кратера, ступінь переробки порід, інтенсивність і характер деформацій та інші параметри служать вихідними даними для підрахунку розмірів метеоритного тіла та його ваги. Врахувавши зазначене, фахівці встановили, що до таких наслідків могло призвести падіння метеориту розмірами близькими до 230x300 м і масою близько 40 млн. тонн. Допускається також, що первинні розміри метеоритного тіла могли бути значно більшими, але не долетівши землі космічне тіло розкололося в атмосфері на багато фрагментів. Безперечно, це була грандіозна подія і величезна катастрофа, однак, її наслідки не могли носити планетарного масштабу, як, наприклад, при падінні астероїда Чіксулуб. Тоді на межі мезозойської і кайнозойської ер на півострові Юкатан впав метеорит діаметром близько 10 км. Від падіння виник кратер розміром 150 км, а викинута в атмосферу велика кількість пилу на багато років затьмарила Сонце, призвівши до глобальних кліматичних змін. З цією катастрофою пов'язують загибель значної частини біоти Землі, зокрема і динозаврів. Іллінецька катастрофа мала скоріш за все локальний характер і за кількістю виділеної енергії, очевидно, була схожа на вибух 120-мегатонної атомної бомби, що еквівалентно вибуху 120 мільйонів тонн тротилу. Для порівняння, 6 серпня 1945 року в небі над Хіросімою вибухнула, за оцінками експертів, 13-кілотонна бомба (13 тисяч тонн тротилового еквіваленту).

Відсутність метеоритної речовини в Іллінецькій астроблемі не виключення, а швидше закономірність, яка визначається розмірами і швидкістю польоту астероїда. Більше ймовірності долетіти до поверхні Землі мають космічні тіла порівняно невеликого розміру (кілька метрів) з невеликою швидкістю польоту. Після Тунгуської події також не було виявлено жодного шматочка метеориту, що стало приводом до створення різних фантастичних гіпотез, що межують зі спекуляціями. Вище згаданий Д. Баррінджер, будучи заможною людиною, всі свої статки витратив на пошуки метеоритного заліза, яке нібито мало бути на дні Аризонського кратера, але так нічого і не знайшов. Отже космічне тіло, яке сформувало Іллінецьку астроблему під час зіткнення із Землею просто випарувалось, але не безслідно. Продукти випаровування разом із

пилуватим матеріалом земних порід осіли навколо кратеру і на значній віддалі від нього, утворивши так званий катастрофний проверсток, рештки якого можна виявити за геохімічними аномаліями, зокрема за підвищеним вмістом іридію. Такі іридієві аномалії характерні й для багатьох інших астроблем, оскільки в космічній речовині вміст іридію на порядок вищий, ніж в земних породах. Іридієва аномалія в катастрофному проверстку вже згаданої мексиканської астроблеми Чіксулуб має планетарне поширення і виявлена в Італії, Данії та багатьох інших регіонах Землі.

Імпактна подія (з англійської «*impact*» – удар) призвела в місці зіткнення до утворення специфічного комплексу гірських порід під загальною назвою імпактитів. Імпактити відносяться до групи метаморфічних порід, що виникли в результаті ударного подрібнення первинних порід, часткового їх плавлення із наступним застиганням розплавленої речовини. Деякі з цих порід зовні можуть нагадувати вулканічні туфи, а тому й не дивно, що донедавна Іллінецька структура сприймалась геологами як зруйнований вулкан. Однак присутність у породах новоутворених мінералів, що можуть виникати тільки в умовах надвисоких тисків (стішовіту та коеситу), наявність у зернах кварцу своєрідних планарних структур, геохімічні аномалії та ряд інших ознак однозначно доводять імпактне походження цих порід.

У межах Іллінецького кратеру породи імпактного метаморфізму представлені власне імпактитами та імпактними брекчіями. Обидві групи порід складаються із різного розміру гострокутних уламків материнських порід, зцементованих у суцільному моноліті, однак в імпактитах цементом виступає застиглий розплав (скло), а в брекчіях цементация уламків відбулася в результаті пізніших процесів екзогенної природи. В залежності від кількості розплавленого матеріалу в породі імпактити Іллінецької астроблеми поділяються на тагаміти та зювіти. У тагамітах більше половини об'єму породи займає скло, менше половини – уламки нерозплавлених порід. Тагаміти мають плямисте забарвлення, місцями пемзоподібного вигляду. У зювітах, відповідно, навпаки – основу складає уламковий матеріал, проміжки між яким заповнює скло. Зовні саме ці породи нагадують вулканічні туфи. У брекчіях розплав відсутній. Одні уламки в результаті дії вибухової хвилі піднялись над кратером і попадали назад на землю, інші – ударом тільки відкололись від материнських порід, залишившись на місці. У першому випадку сформовані брекчії носять назву алотигенних, у другому – аутигенних.

Після утворення метеоритний кратер заповнився водою. На дні утвореного прісноводного озера нагромаджувався мул, з якого згодом виникли осадові породи – алевроліти. Подекуди острівці алевролітів збереглися від розмиву донині. Найбільш потужний їх шар (близько 100 м) приурочений до найглибшої частини кратера. Озерні алевроліти залягають зразу на імпактних породах, часто містять їх уламки, і перекриваються молодшими кайнозойськими відкладами. Аналіз систематичного складу скам'янілих решток діатомових водоростей, які мешкали в озері й трапляються серед алевролітів кратера вказав на їх ранньодевонський вік, що в абсолютному літочисленні відповідає приблизно 400 млн. років. Таким чином Іллінецька астроблема може служити класичним прикладом застосування біостратиграфічного методу при визначенні часу метеоритних бомбардувань.

З другої половини ХХ століття Іллінецька структура стала об'єктом для пошуків родовищ корисних копалин, зокрема нікелю, урану, кольорових металів,

алмазів. Останні були виявлені у тагамітах, щоправда в кількостях, які далекі до промислових кондицій. Так що Іллінецької «алмазної лихоманки» не буде, хоча б з тієї причини, що розміри зерен імпактних алмазів мікроскопічні, не більше пилинки. Однак сам факт їх присутності вже має величезне теоретичне значення.

Іллінецький геологічний феномен має ще й історичну складову. Починаючи з III століття нашої ери імпакти астроблеми активно розроблялись місцевими черняхівськими племенами, а згодом і населенням Київської Русі. Виявилось, що зювіти є чудовим матеріалом для виготовлення жорен до ротаційних млинів. Вони легко обробляються нехитрим інструментом і, що дуже важливо, при помелі зерна цей камінь не засалюється, як інші, що давало можливість отримувати більш якісне борошно і випікати смачніший хліб. Проведені на гірничих виробках та їх околицях археологічні дослідження виявили 6-метрову товщу відвалів, сліди кількох чималих поселень, давні майстерні із заготовками, бракованими виробами тощо. Судячи з масштабів виробництва на той час в давньому метеоритному кратері було налагоджено масове виготовлення ручних млинів, які тисячами розходилися навколишньою місцевістю аж до Дніпра, Переяслава-Хмельницького, Києва і Чернігова. Діаметр кругів здебільшого стандартний (40 см), але трапляються й гігантські круги розміром до 2 м. Ексклюзивні зювітові жорна легко упізнаються і служать своєрідними археологічними маркерами для вивчення торгівельних зв'язків та економіки давніх народів регіону. Очевидно, Іллінецьке родовище зювітів було чи не найбільшим родовищем корисної копалини, за межами Античного світу, розробка якого тривала близько тисячу років. Тривала експлуатація родовища припинилася з нашествям монголо-татар і після того вже ніколи не відновлювалася. Своєрідним свідченням про колись існуючий економічний центр служить хіба що два топоніми – урочище Жорна та село Жорнище.

Цілком очевидно, що наукове та освітньо-пізнавальне значення цього феномену виходить далеко за межі місцевих чи навіть державних рамок. Певною його оцінкою служить той факт, що відвідування Іллінецького метеоритного кратеру було передбачено екскурсійною програмою XXVII сесії Міжнародного геологічного конгресу, який проходив у 1984 році в Москві. Зайве говорити і про необхідність збереження цього унікального об'єкту. Не раз піднімалось питання про потребу надання астроблемі статусу геологічної пам'ятки. Але, очевидно підняте питання виявлялось важчим за каміння, бо вже десятиліттями триває розбирання унікального кам'яного матеріалу, і не для сувенірів; він сотнями тонн вивозиться з дрібних кустарних кар'єрчиків для банального задоволення місцевих потреб у будівельному камені.

Подано до редакції 14.05.2014

Рецензент – доктор географічних наук А.В. Гудзевич