

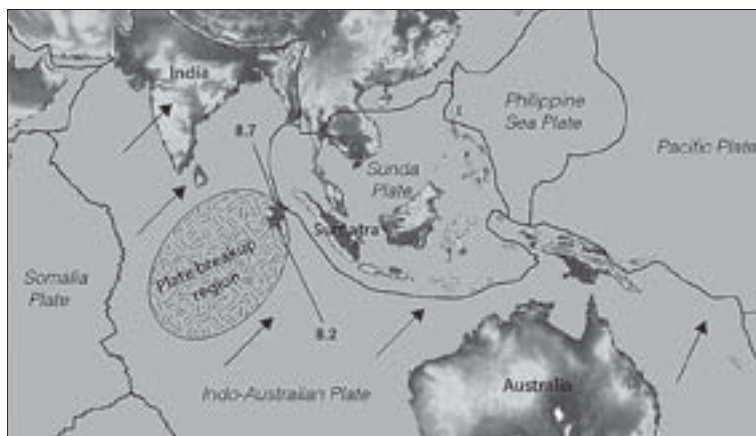
- Геологи опублікували аналіз двох найсильніших землетрусів, що сталися в Індійському океані 11 квітня 2012 р. Отримані дані можуть свідчити про останній етап формування нового кордону в літосферних плитах.
- Група вчених із швейцарського філіалу компанії IBM у Цюріху вперше опублікували зображення, отримані за допомогою безконтактної атомно-силової мікроскопії, на яких можна розрізнити окремі хімічні зв'язки в молекулах.

ПОДРОБИЦІ НАЙМАСШТАБНІШОГО ВНУТРІШНЬОПЛИТОВОГО ЗЕМЛЕТРУСУ

11 квітня 2012 р. в Індійському океані поблизу узбережжя індонезійського острова Суматра стався землетрус магнітудою 8,7, а за 2 години — афтершок магнітудою 8,2. Енергія землетрусу в тисячу разів перевищувала середньорічну сейсмічну енергію за останні 100 років спостережень. Епіцентр знаходився на відстані 330 км від того місця, де геологічні зрушення відбувалися в 2004 р. Саме вони, за словами геологів, спровокували сейсмічну активність у Вортоновській котловині, і ця активність з часом тільки збільшуватиметься. Відразу після виявлення сейсмічної активності в регіоні було оголошено загрозу цунамі, яка згодом не реалізувалася. Внутрішньоплитовий землетрус, незважаючи на свою рекордну потужність, породив хвилю заввишки всього 20 см. Це пояснюється горизонтальною, а не вертикальною спрямованістю зрушень у земній корі.

Причиною цих геологічних подій, швидше за все, став геологічний стрес, який розриває Індо-Австралійську платформу. Свої міркування з цього приводу фахівці виклали у трьох статтях у журналі «Nature». Під час землетрусу в платформі одночасно виникли принаймні чотири розломи. Потужні зрушення відбувалися в кілька етапів. Уздовж першого розлому літосферні плити змістилися на 37 м усього за 50 с. Відразу після цього почався послідовний рух у трьох інших розломах. Тріщини завдовжки 100–200 км зсувалися одна щодо одної на відстань до 21 м по всьому регіону. При цьому вони проникали на всю глибину плит — аж до 50 км.

Гіпотеза про руйнування Індо-Австралійської плити існує з 1980-х років. Провідний автор першої статті (M. Delescluse et al. *Nature*, 2012, doi:10.1038/nature11520) Маттіас Делеклюз із Вищої нормальної школи Парижа (École normale supérieure) підкреслив, що



Індо-Австралійська плита і зони її розриву. Зірочками позначено епіцентри землетрусів 11 квітня 2012 р. (Keith Kope, University of Utah Seismograph Stations)

землетруси 11 квітня стали найяскравішим свідченням правоти сейсмологів.

Згідно з поширеною теорією тектоніки плит, Індо-Австралійська платформа почала деформуватися близько 10 млн років тому. Справа в тому, що розломи, в яких відбувалися зрушення, належать до Вортоновської котловини, що знаходиться приблизно посередині між західною і східною частинами плити. Якщо західна частина Індо-Австралійської плити стикається безпосередньо з Євразійською плитою, що веде не лише до формування Гімалаїв, а й до уповільнення її руху, то східна частина вільно переміщується вздовж Тихоокеанської плити, яка «підпірає» під неї. Звідси й виникає напруження, що спричинює повільне розривання плити надвоє, і спостережувані землетруси є наслідком саме цього процесу.

Група доктора М. Делеклюза виявила стрес під час моделювання, виконаного незадовго до землетрусів 2012 р. Вчені з'ясували, що два попередні поштовхи поблизу східної межі плити (землетрус магнітудою 9,1 в 2004 р., що спричинив сумнозвісне катастрофічне цунамі, і ще один у 2005 р.), ймовірно, стали безпосередньою причиною недавніх подій, але самі по собі вони не могли зумовити подальші поштовхи. Має бути якесь додаткове джерело стресу. Очевидно, ті землетруси лише посилили напруження в середній частині платформи.

Вважають, що більшість сильних землетрусів відбувається в тому разі, якщо дві плити, стикаючись, заходять одна за одну. Навпаки, якщо платформи або їх частини ковзають горизонтально вздовж лінії розлому, це зазвичай призводить до слабкіших зсувних поштовхів. Однак перший із землетрусів 11 квітня кинув виклик цій теорії, виявившись найбільшим зсувним землетрусом в історії спостережень і одним із найсильніших, які сталися на значній відстані від меж плит.

У другій статті (H. Yue et al. *Nature*, 2012, doi: 10.1038/nature11492) дослідники повідомляють про те, що під час першого землетрусу 11 квітня скидання напруження, накопиченого у внутрішній частині плити, призвело до формування картини розломів, яку ніколи раніше не спостерігали. На відміну від біль-

шості землетрусів, що проходять по одному розлому, цей розрив охопив цілих чотири.

Попередні роботи вже виявили множинні зрушення в результаті землетрусу магнітудою 8,7, але в найдрібніших деталях останній досі не розглядався.

Третя стаття (F.F. Pollitz et al. *Nature*, 2012, doi: 10.1038/nature11504) присвячена не власне землетрусам, а їхнім наслідкам. Учені виявили, що впродовж 6 днів після цієї події землетруси магнітудою понад 5,5 траплялися майже в п'ять разів частіше, ніж зазвичай, причому прокотилися по всьому світу, хоча афтершоки, як правило, обмежуються безпосередньою близькістю від головного епіцентру.

Джерело:

<http://www.nature.com>

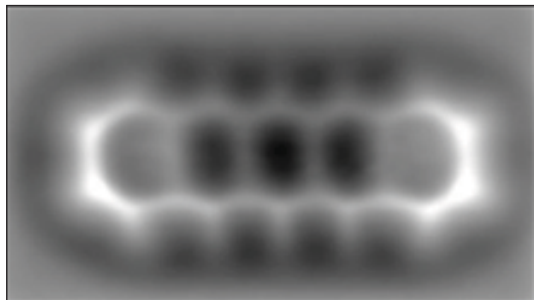
ПОБАЧИТИ ХІМІЧНИЙ ЗВ'ЯЗОК

Останнім часом завдяки появі найточніших наукових інструментів учені мають змогу все глибше проникати у світ малих об'єктів, розглядати будову матерії на все меншому і меншому рівні, вивчаючи раніше недоступне для спостереження.

Ще 2009 р. дослідники з компанії IBM зробили знімок високої роздільності, на якому можна побачити окрему молекулу речовини. Для цього вчені використали сканувальний атомно-силовий мікроскоп (АСМ). Процес проводили за дуже низької температури — близько 5 К.

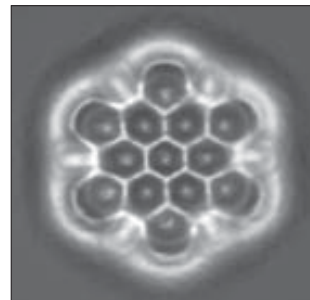
Досліджувана молекула містила у своєму складі 22 атоми вуглецю і 14 атомів водню, її довжина становила 1,4 нм, а відстань між атомами вуглецю — 0,14 нм. На знімку видно структуру молекули й електронну хмару, що її оточує.

Вчені змінили в мікроскопі кантилевер — сканувальний зонд, за допомогою якого досліджують поверхню зразка. Вони з'ясували, що поміщена на кінчик зонда молекула СО працює як збільшувальне скло. Під час сканувального руху датчика він реагує на сили, що виникають при взаємодії між атомами молекули і змушують переміщуватися вгору чи вниз наконечник датчика. Ці рухи датчика і є вихідними даними для побудови зображення сканованого предмета.



Зображення внутрішньої структури пентацену, отримане за допомогою атомно-силового мікроскопа.

L. Gross Science, 2009, 325, 1110



Молекула нанографену, що містить зв'язки С–С різного порядку і довжини (фото IBM Research, Zurich)

У вересні цього року група вчених під керівництвом Лео Гросса (Leo Gross) зі швейцарського філіалу компанії IBM у Цюріху опублікувала нові зображення молекул речовини, деталізація яких дозволяє побачити не лише внутрішньомолекулярні міжатомні зв'язки, а й визначити «на око» порядок і довжину хімічного зв'язку в сполуках (L. Gross et al. *Science*, doi: 10.1126/science.122562).

Зрозумівши, що яскравість зв'язку є характеристикою його кратності, науковці використали той самий модифікований сканувальний зонд, що й у роботах 2009 р., для дослідження молекул, в яких спостерігається очевидна різниця в порядках С–С-зв'язку, а саме фулерени C_{60} та деякі великі поліциклічні ароматичні вуглеводні. Різні, але близькі за структурою молекули було взято для того, щоб переконатися, що одержувані зображення не містять фонових шумових ефектів, пов'язаних з недоліками методу.

На зображенні молекули нанографену, що складається з кількох атомів вуглецю, можна побачити лінії, що сполучають сусідні атоми, які є безпосередньо міжатомними зв'язками. І якщо придивитися уважніше, можна помітити, що деякі з міжатомних зв'язків коротші, ніж інші.

Аналізуючи атомні зв'язки молекул, учені дійшли висновку, що чим більш щільні електронні хмари, тим коротший зв'язок. Тепер стало ясно, що відмінності в отриманих зображеннях демонструють саме розбіжності у властивостях зв'язків.

«Раніше ми вже навчилися розглядати міжатомні зв'язки, проте вперше нам вдалося їх

розрізнити», — розповідає фізик з дослідницького центру IBM доктор Лео Гросс. За його словами, було відкрито два різних способи вивчення зв'язків між атомами. «Спочатку ми використовували знання про невеликі відмінності в силі зв'язків між атомами. Другий механізм було відкрито випадково. Розглядаючи знімки, ми помітили різні довжини зв'язків і потім, провівши розрахунки, визначили, що допомогти нам може зміна взаємного розташування зонда і молекули», — пояснює Лео Гросс.

Результат виявився вражаючим: дослідникам вдалося розглянути два зв'язки, які відрізняються лише на 3 пм, тобто приблизно на соту частину діаметра атома.

Тепер фахівці розраховують отримати відповідь на фундаментальне питання хімії: як зв'язки впливають на властивості молекули. Крім того, відкриття допоможе краще розібратися у процесах, що відбуваються на атомарному і молекулярному рівнях. Наприклад, з'ясувати, як змінюються зв'язки у ході хімічних реакцій і при переході атома у збуджений стан, а також що станеться з рештою зв'язків у молекулі, якщо видалити один з атомів. Ці знання дуже важливі, зокрема, для розуміння навколоатомних дефектів у структурі графену.

Надалі дослідники планують спробувати замінити молекулу СО на якусь іншу, щоб підвищити роздільну здатність методу.

Джерела:

прес-реліз компанії IBM: www-03.ibm.com

www.rsc.org/chemistryworld

www.newscientist.com