

Археологія

Дослідження фізико-хімічних властивостей археологічних об'єктів дає змогу ідентифікувати місце створення артефактів, технології їх виготовлення та шляхи поширення за межі центрів виробництва, відновити хронологічну інформацію, а також первісний вигляд знайдених предметів.

Але під час досліджень виникає низка проблем, пов'язаних із крихкістю та високою цінністю археологічних артефактів. Завдяки своїй неруйнівній природі, рентгенофлуоресцентний аналіз став незамінним методом визначення елементного складу таких знахідок. РФА дає змогу зберегти цілісність унікального археологічного об'єкта й водночас швидко визначити його склад.

Обладнання

РФА-спектрометри ElvaX знайшли широке застосування у лабораторіях профільних інститутів, музеях та експертних центрах для аналізу складу археологічних об'єктів. Портативні аналізатори — ProSpector 3, ElvaX Geo, а також мобільна мінілабораторія ElvaX Mobile, завдяки своїм компактним розмірам та високій точності, дають змогу провести елементний аналіз безпосередньо на місці розкопок, не транспортуючи зразки до лабораторії. Використання цих пристроїв значно економить час та підвищує оперативність досліджень. У більшості випадків археологічні об'єкти — це вироби з металів чи кераміки. Та якщо визначення складу металів та сплавів — рутинна операція навіть для портативних РФА-аналізаторів, то аналіз кераміки потребує спеціальної методики.

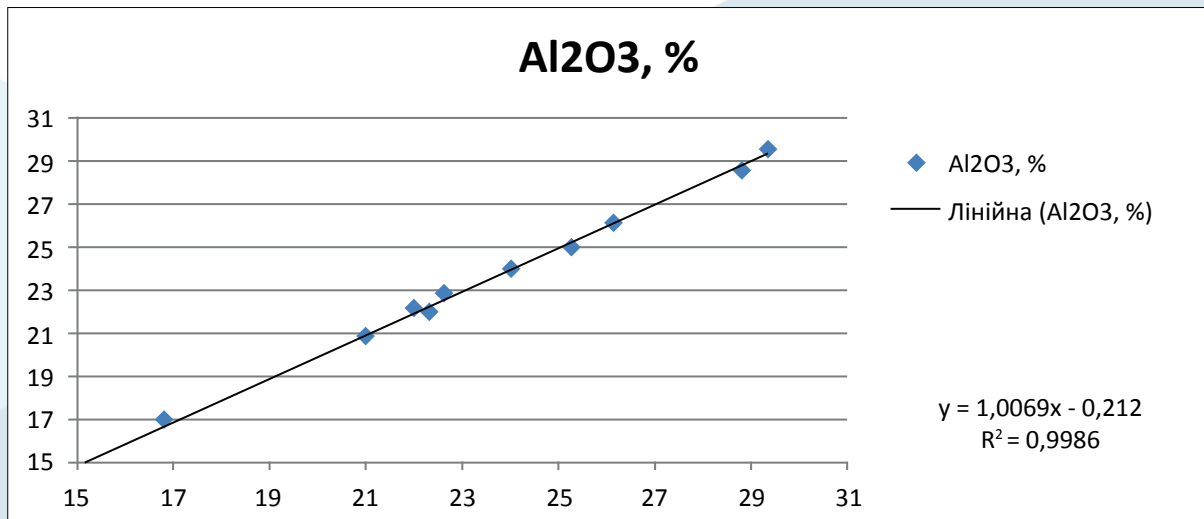
Методика

Набір стандартних зразків кераміки з різним складом елементів використовуються для калібрування спектрометрів ElvaX Plus для аналізу 8 таких оксидів: Na_2O , MgO , Al_2O_3 , SiO_2 , Fe_2O_3 , K_2O , CaO , TiO_2 . Розрахунок концентрацій базується на методі фундаментальних параметрів із припущенням, що всі елементи у зразку представлені у вигляді оксидів. Урахування втрат при прожарюванні безпосередньо рентгенофлуоресцентним методом неможливе, тому для підвищення точності їх необхідно визначити іншим методом і внести поправку в результати вимірювань. Режими роботи рентгенівської трубки оптимізуються для досягнення максимальної чутливості аналізу до елементів, які досліджуються. Типовий час аналізу для досягнення максимальної точності вимірювання становить 30-60 секунд.

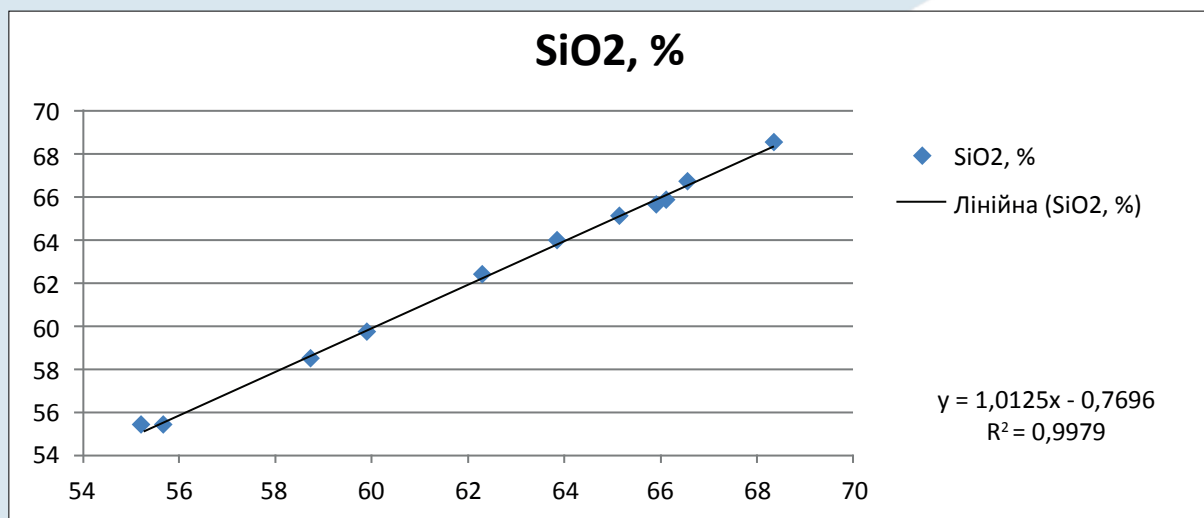
Результати

На малюнках 1-4 показані порівняльні графіки між атестованими та виміряними на спектрометрі ElvaX Plus концентраціями для базових оксидів у кераміці. Отримані дані апроксимовані лінійною функцією.

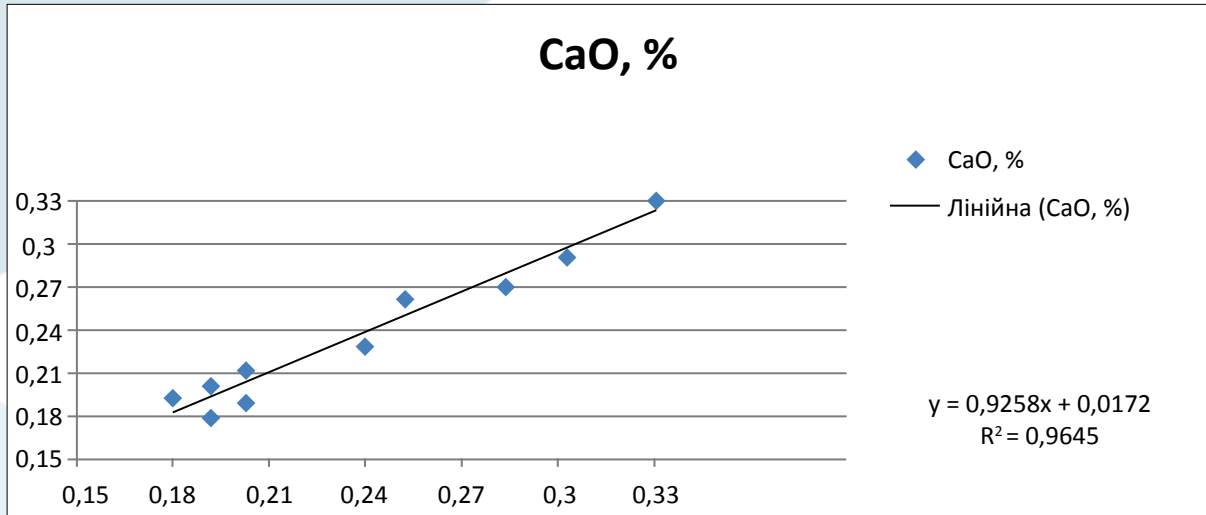
R2 — це коефіцієнт достовірності апроксимації, який показує, наскільки точно результати вимірювань відповідають атестованим значенням. Ідеальна відповідність має місце при значенні R2, що дорівнює одиниці.



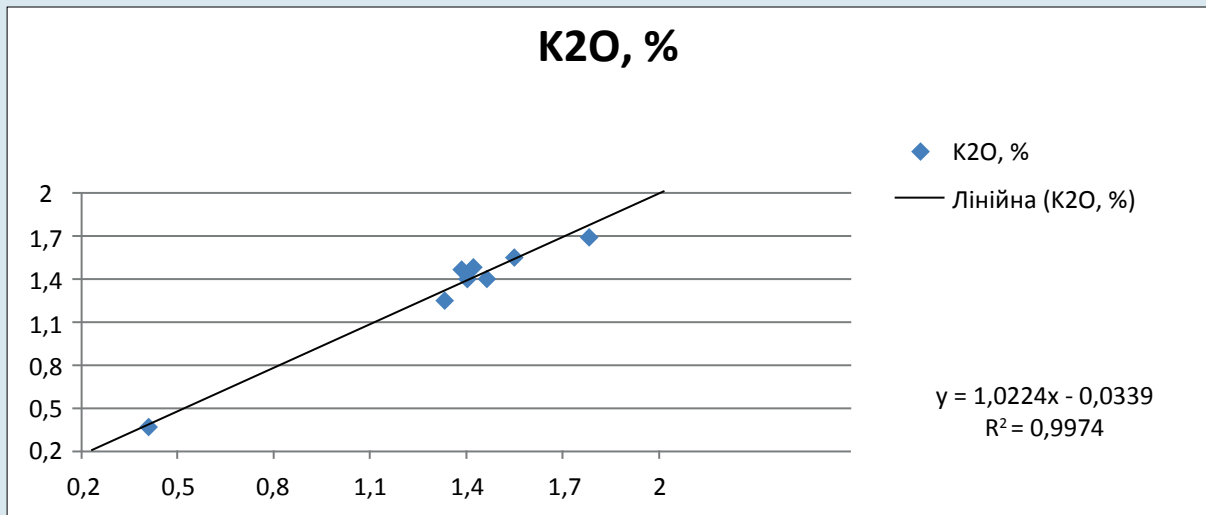
Малюнок 1. Графік відповідності за оксидом алюмінію в кераміці



Малюнок 2. Графік відповідності за оксидом кремнію в кераміці



Малюнок 3. Графік відповідності за оксидом кальцію в кераміці



Малюнок 4. Графік відповідності за оксидом калію в кераміці

Нижче наведено тест повторюваності результатів. Один зразок кераміки був виміряний 10 разів по 60 секунд. Розраховані середнє значення, середнє квадратичне відхилення (СКВ) та відносне СКВ (вСКВ — у відсотках) для концентрацій основних оксидів. Результати тесту представлені в таблиці

Елемент	Середнє, %	СКВ, %	% вСКВ
Al ₂ O ₃	14,51	0,099	0,683
SiO ₂	65,21	0,114	0,175
CaO	0,05	0,0112	21,961
K ₂ O	3,38	0,085	2,517
TiO ₂	0,02	0,0048	26,667
Fe ₂ O ₃	6,85	0,0932	1,36

Таблиця. Тест повторюваності в одному зразку кераміки

Висновки

Отримані результати показують відмінну кореляцію між атестованими і вимірюваними значеннями концентрацій основних оксидів у керамічних зразках. Тому аналізатори ElvaX ідеально підходять для швидкого, точного аналізу археологічних артефактів, не пошкоджуючи їх цілісності.