

Відповідність RoHS, WEEE, ELV на спектрометрі ElvaX ProSpector

Вступ

Багато міжнародних директив регулюють вміст шкідливих елементів у споживчих товарах, щоб зменшити їх шкідливий вплив на здоров'я людей і навколишнє середовище. Найкращим методом для вимірювання вмісту важких металів та інших шкідливих речовин є рентгенофлуоресцентний аналіз. РФА має високу чутливість до важких металів (свинець, ртуть, хром, сурма та ін. можуть бути виявлені на рівні в 1 ч/млн), хорошу продуктивність, а також дає змогу проводити неруйнівний аналіз.

ElvaX ProSpector використовується для тестування споживчих товарів на відповідність різним директивам, включаючи ROHS, WEEE, ELV відповідно до методики ASTM F2617-15.

Застосування

ElvaX ProSpector вирішує широкий спектр завдань, включаючи відповідність таким директивам:

- **EU RoHS II.** Обмежені речовини: Pb, Hg, Cd, Cr, PBB, PBDE в електронних пристроях;
- **EU WEEE.** Ті ж обмеження, що і в RoHS, але у відпрацьованій електроніці;
- **EU ELV.** Обмежує вміст деяких важких металів (Cd, Pb, Hg, Cr (hexavalent)) в автомобілях із вичерпаним терміном експлуатації;
- **USA CPSIA 2008.** Обмежує вміст свинцю в дитячих іграшках на рівні в 100 ч/млн;
- **USA Halogen free Directive;**
- **California Proposition 65;**

Методики:

- **ASTM F2617-15.** Стандартна методика для кількісного виміру Cr, Br, Cd, Hg, Pb у полімерних матеріалах методом РФА.
- **ASTM F963 -11.** Стандартна специфікація безпеки споживачів для безпеки дитячих іграшок.
- **CPSC-CH-E1001-08.3.** Стандартна методика для визначення кількості свинцю (Pb) в дитячих металевих виробках.

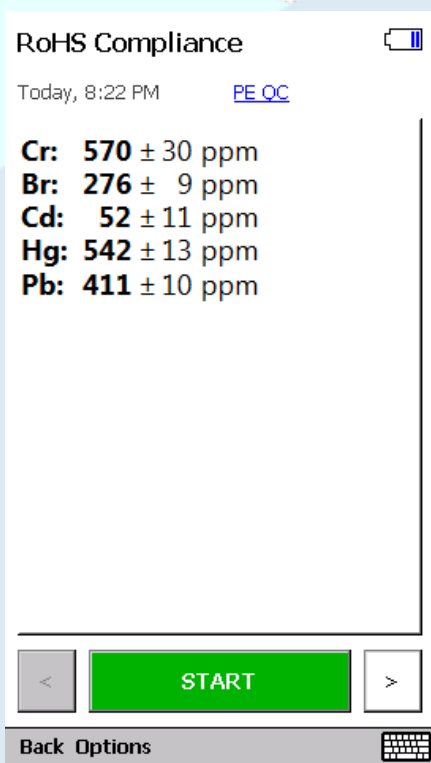
- **CPSC-CH-E1002-08.3** . Стандартна методика для визначення кількості свинцю (Pb) в дитячих неметалевих виробах.

Обладнання

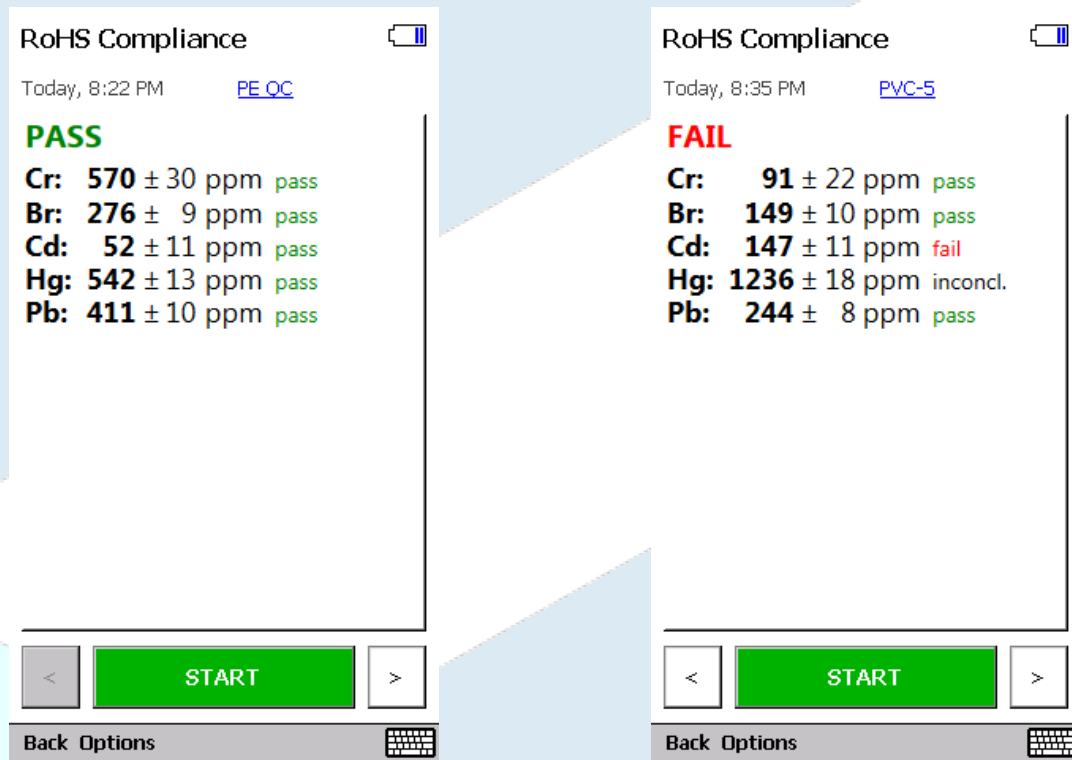
ElvaX ProSpector — це ручний рентгенофлуоресцентний спектрометр, оснащений 40 кВ рентгенівською трубкою з вольфрамовим анодом, замінником фільтрів первинного пучка і SDD (або PIN) детектором. Прилад дає змогу аналізувати всі токсичні елементи, описані в різних директивах.

Спектрометр має невелику вагу (близько 1.5 кг), простий у використанні і працює від одного заряду батареї понад 8 годин.

У приладі є два основних види представлення даних: виведення повного складу зразка (мал.1) і режим «Так / Ні» (мал. 2) для тестування відповідності директиві RoHS.



Малюнок 1. Результат виміру у режимі "Склад"



Малюнок 2. Результати вимірювання у режимі «Так / Ні» ("Pass / Fail").

Методика

ProSpector відкалібрований на вимірювання шкідливих елементів за допомогою набору з 16-ти стандартних зразків полівінілхлориду та поліетилену.

Пластики можна аналізувати безпосередньо, без будь-якої пробоподготовки. В деяких випадках, якщо матеріал виробу негомогенний, рекомендується зробити кілька вимірів у різних точках і усереднити результати.

У режимі відповідності ROHS використовується двопрхідний рентгенівський режим. У першому проході встановлено напругу анода 40 кВ і фільтр Ni 100 μm , а у другому — фільтр Ni 300 μm + Al 300 μm .

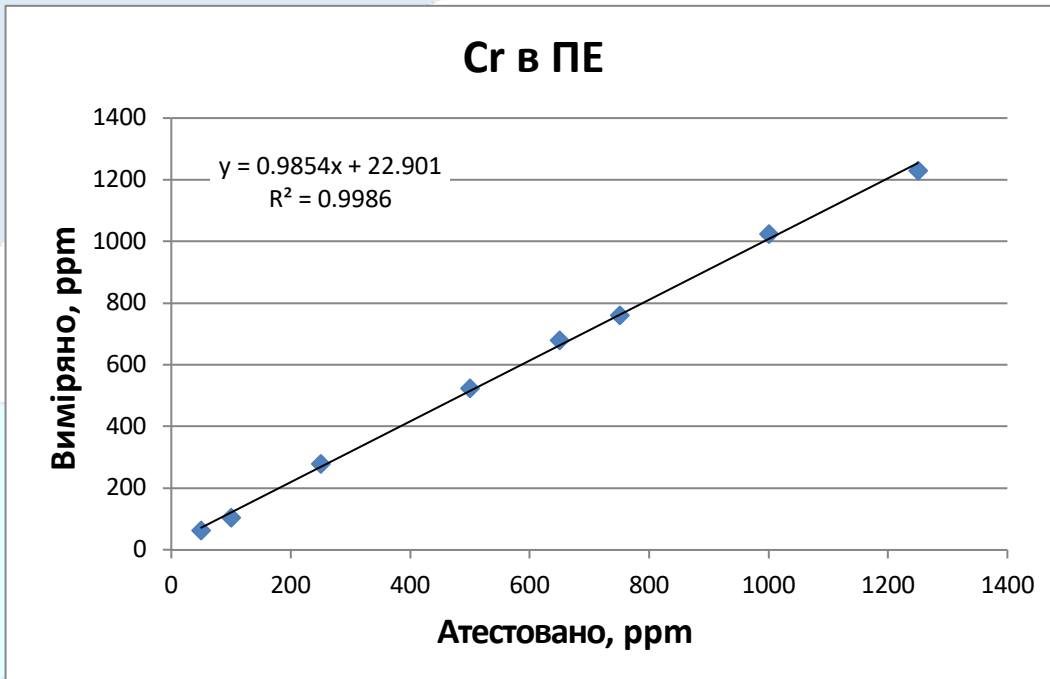
Типовий час вимірювання — 15 секунд для приладів із SDD-детектором і 30 секунд для приладів із PIN-детектором. Час вимірювання може бути збільшено для досягнення кращої точності.

Результати

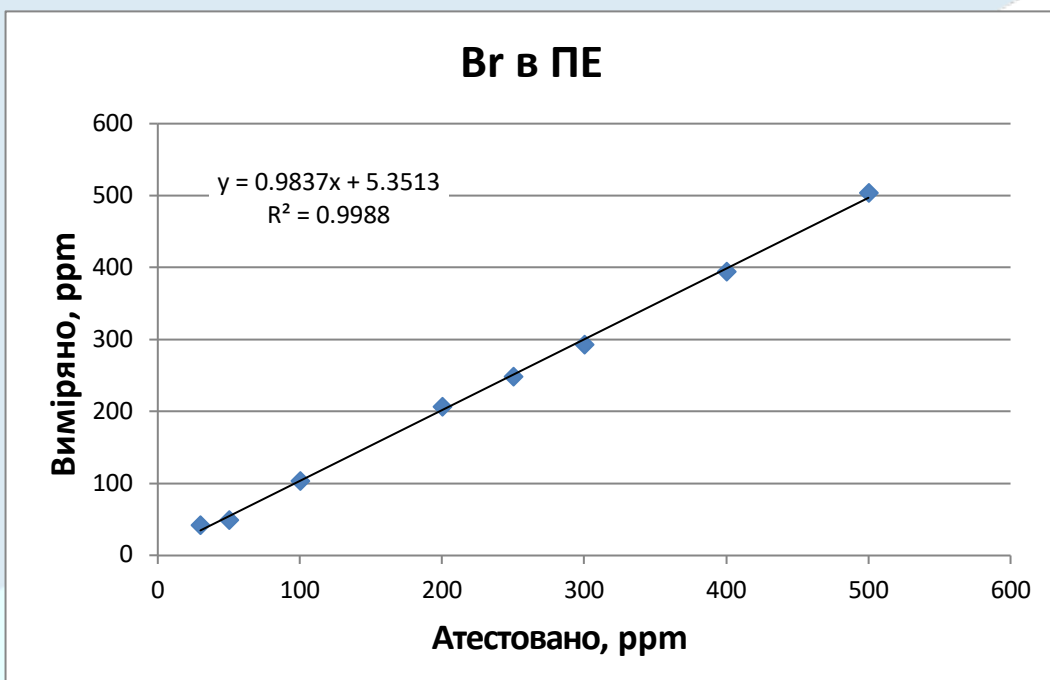
Малюнки 3-12 показують порівняльні графіки між атестованою і виміряною концентрацією хрому, броду, свинцю, кадмію та ртуті в поліетилені (ПЕ) та полівінілхлориді (ПВХ)

Отримані дані апроксимовані лінійною функцією.

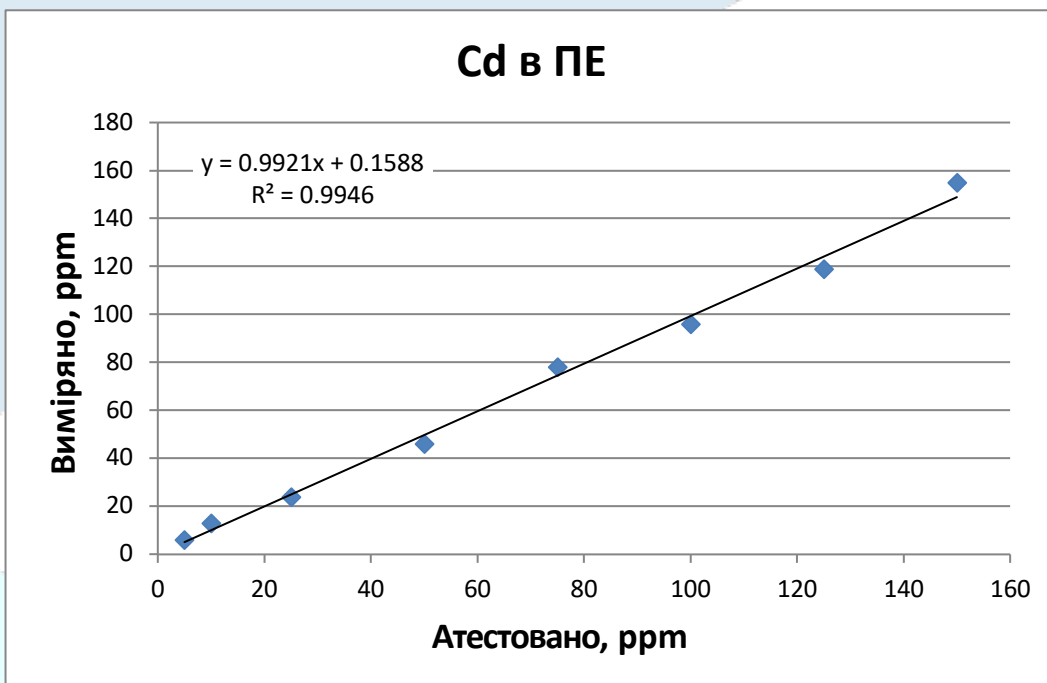
R^2 — це коефіцієнт достовірності апроксимації, який показує, наскільки точно результати вимірювань відповідають атестованим значенням. Ідеальна відповідність має місце при значенні R^2 , що дорівнює одиниці.



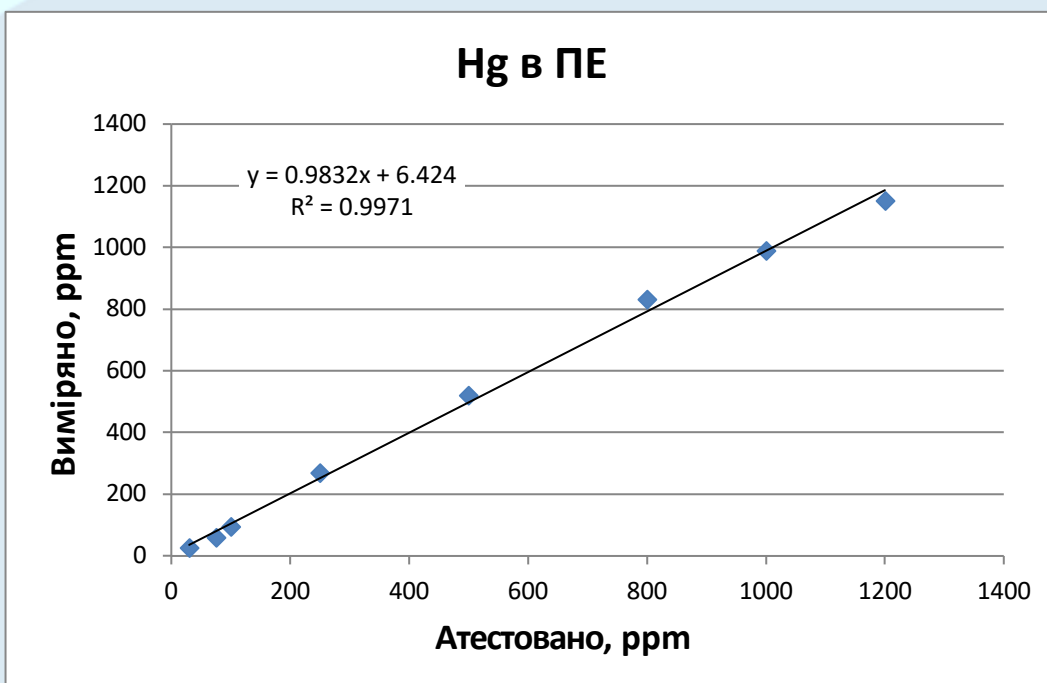
Малюнок 3. Графік відповідності концентрації хрому в поліетилені.



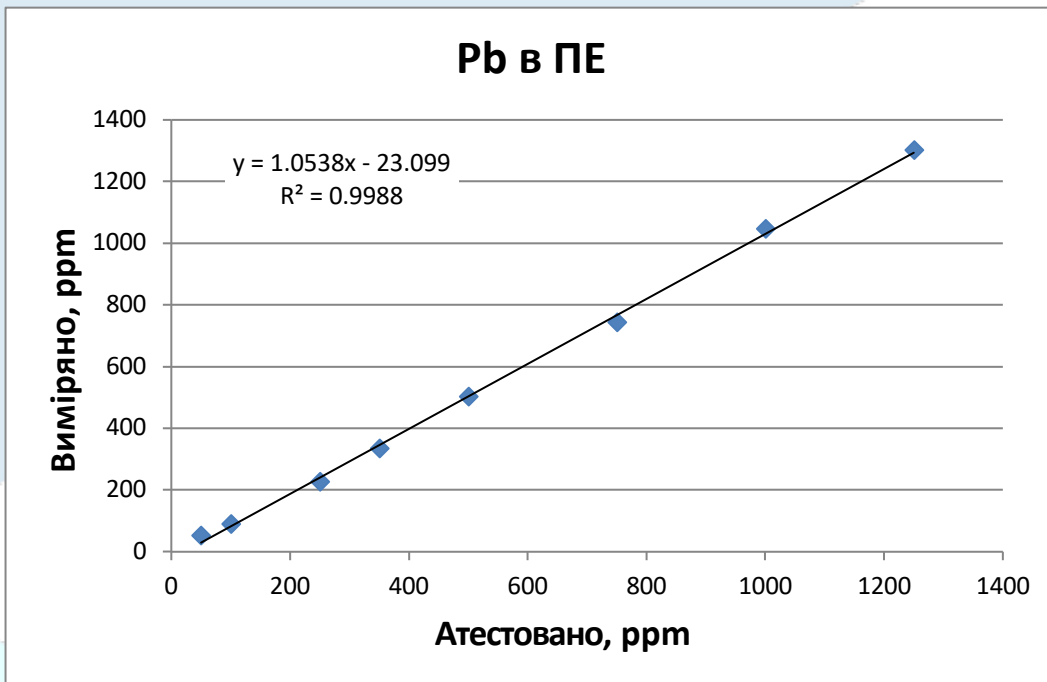
Малюнок 4. Графік відповідності концентрації бромру в поліетилені.



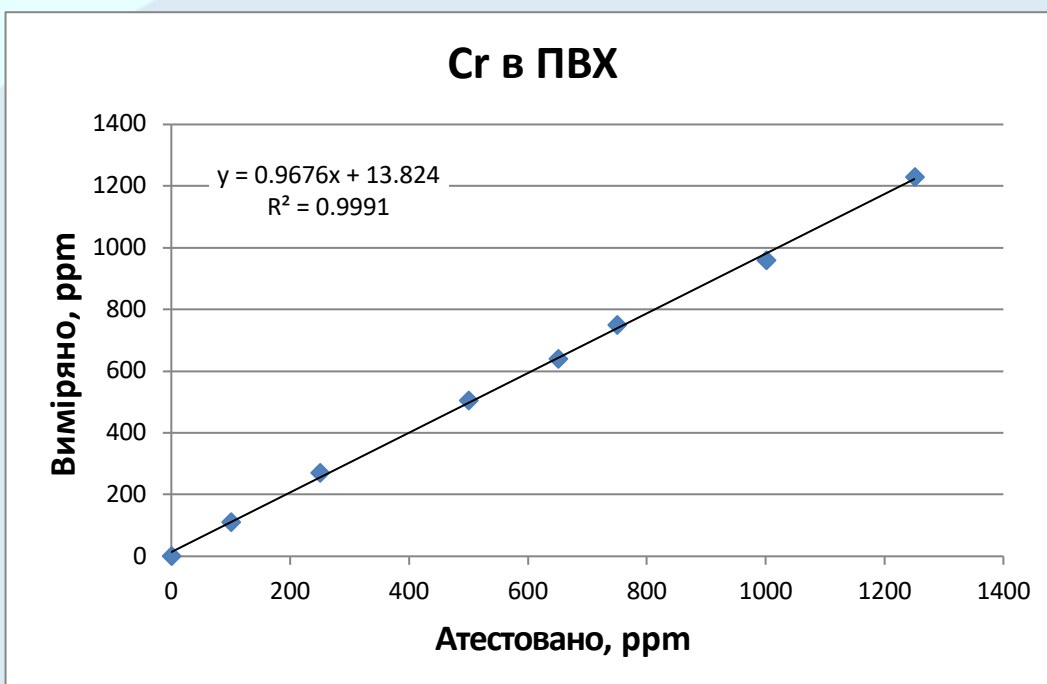
Малюнок 5. Графік відповідності концентрації кадмію в поліетилені.



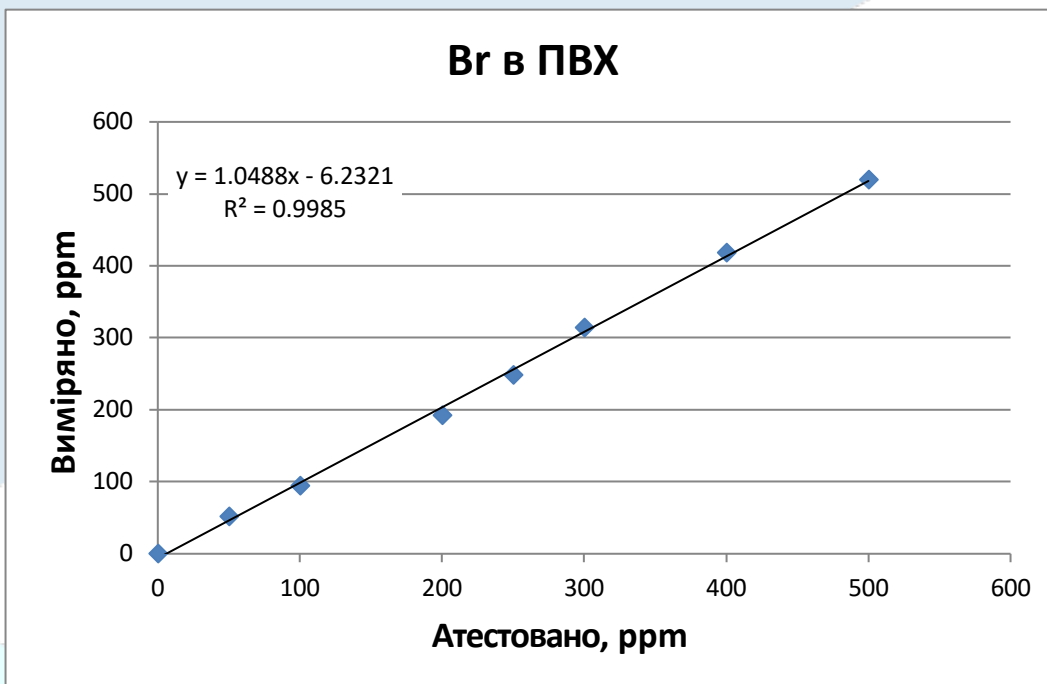
Малюнок 6. Графік відповідності концентрації ртуті в поліетилені.



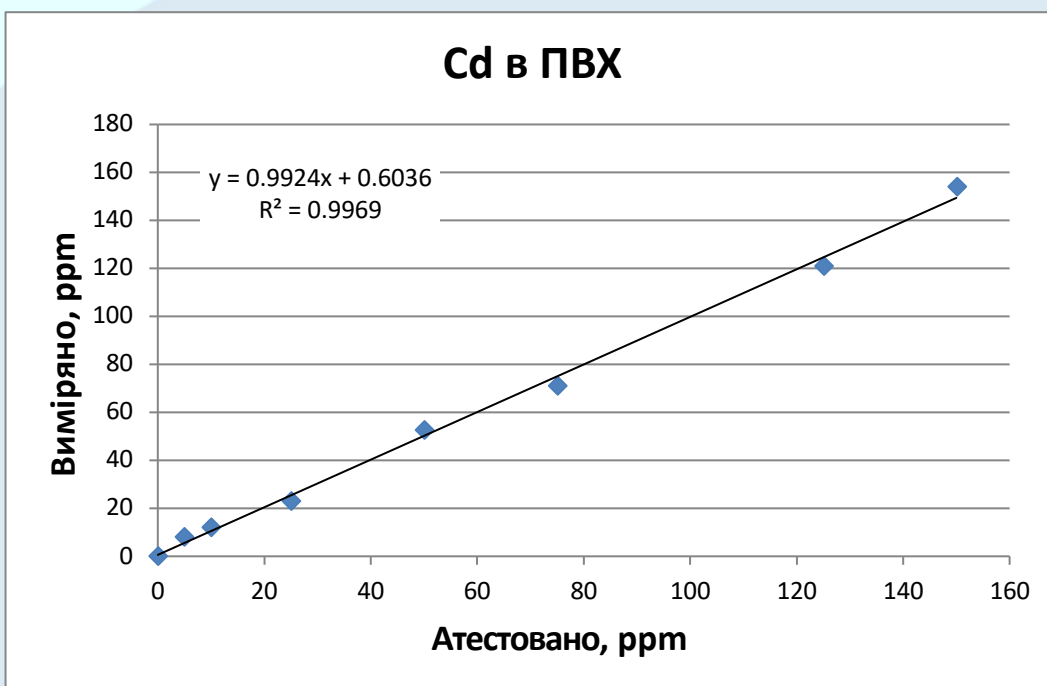
Малюнок 7. Графік відповідності концентрації свинцю в поліетилені.



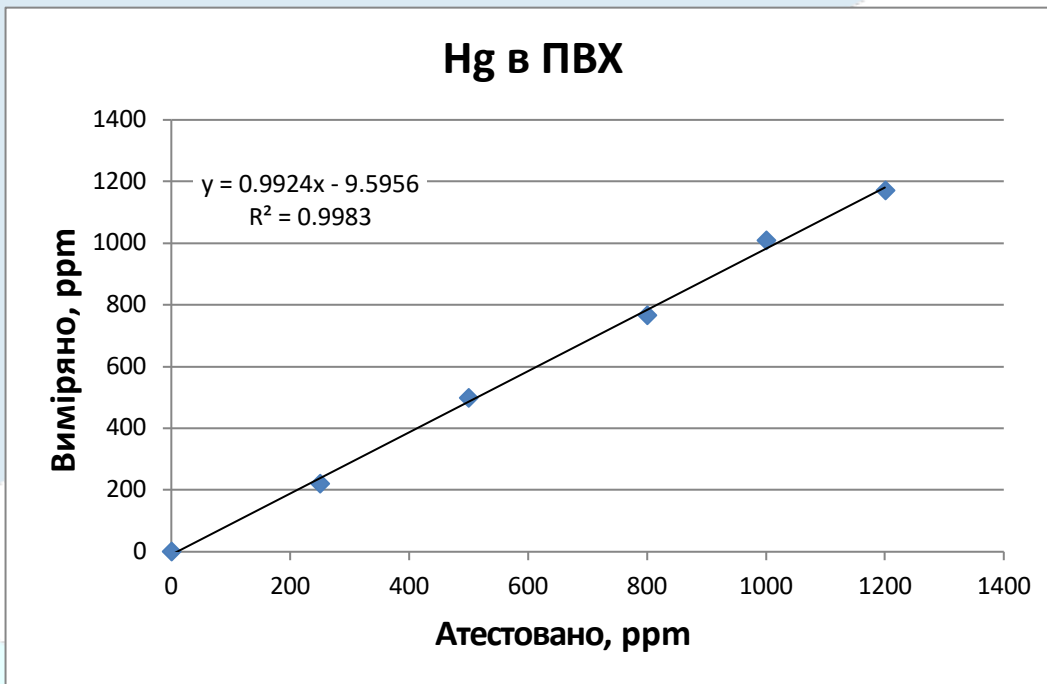
Малюнок 8. Графік відповідності концентрації хрому в полівінілхлориді.



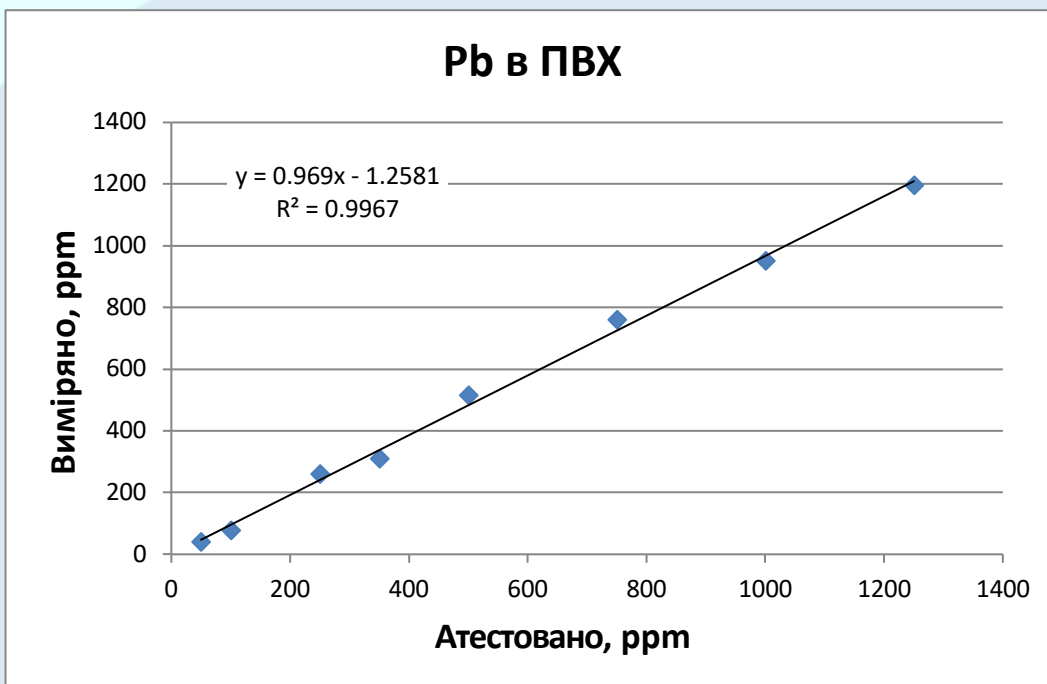
Малюнок 9. Графік відповідності концентрації бром у полівінілхлориді.



Малюнок 10. Графік відповідності концентрації кадмію в полівінілхлориді.



Малюнок 11. Графік відповідності концентрації ртуті в полівінілхлориді.



Малюнок 12. Графік відповідності концентрації свинцю в полівінілхлориді.

Також було проведено тест повторюваності результатів. Стандартні зразки ПЕ і ПВХ були виміряні 10 разів кожен по 30 секунд. Розраховано середнє значення концентрації, середньоквадратичне відхилення (СКВ) і відносне СКВ (вСКВ — у відсотках).

Результати тесту для поліетилену подано в таблиці 1, а для полівінілхлориду — в таблиці 2.

ПЕ Вимір №	Концентрація, ppm				
	Cr	Br	Cd	Hg	Pb
1	528	237	48	480	469
2	502	224	45	475	457
3	502	230	50	472	459
4	489	233	51	465	460
5	516	234	51	473	464
6	510	232	48	471	461
7	513	233	45	477	465
8	517	234	48	475	459
9	508	237	44	476	468
10	516	231	50	468	458
Середнє	510.1	232.5	48	473.2	462
СКВ	7.9	2.6	2	3.4	3.6
% вСКВ	1.55	1.12	4.17	0.72	0.78

Таблиця 1. Тест повторюваності результатів вимірювань для поліетилену

ПВХ Вимір №	Концентрація, ppm				
	Cr	Br	Cd	Hg	Pb
1	438	271	43	498	538
2	415	260	61	485	521
3	425	262	46	494	523
4	434	271	51	503	544
5	433	271	47	494	539
6	412	257	44	483	517
7	432	260	52	483	519
8	435	274	46	505	538
9	464	275	49	505	552
10	416	274	47	512	556
Середнє	430.4	267.5	48.6	496.2	534.7
СКВ	10.72	6.2	3.72	8.4	11.76
% вСКВ	2.49	2.32	7.65	1.69	2.2

Таблиця 2. Тест повторюваності результатів вимірювань для полівінілхлориду.

Висновок

Отримані результати показують хорошу кореляцію між атестованими і вимірними значеннями концентрацій шкідливих елементів у пластиках. Також ElvaX ProSpector здатний аналізувати шкідливі домішки у металах і сплавах.

Спектрометр може використовуватися для тестування на відповідність вимогам більшості європейських директив і директив США, включаючи ROHS 2, WEEE, CPSIA та ін.

Головні переваги ручного спектрометра ElvaX ProSpector — це висока точність і швидкість вимірювань, неруйнівний аналіз і відсутність необхідності у пробопідготовці.