

ПЕРСОНАЛІЇ

О. С. БАНАХ

ЛЬВІВСЬКА ЦЕОЛІТНО-ХРОМАТОГРАФІЧНА ГРУПА

Друга світова війна загострила проблему енергоносіїв, зокрема нафти, що стала в другій половині ХХ століття однією з глобальних проблем людства. Для отримання бензину застосовують різні методи розділення нафти на компоненти. Чи не найефективнішим із них є метод хроматографії, відкритий Михайлом Цвітом ще 1903 року. Це відкриття виявилось одним із найважливіших епізодів "мирної революції" в науці і значно випередило свій час. Щоправда, тоді воно стосувалося інших наукових проблем. Першовідкривач хроматографії доктор ботаніки Михайло Цвіт (1872-1919) – за походженням українець, народжений в Італії, підданий Російської імперії, вихований у Швейцарії – правдивий громадянин Європи. Закінчивши університет у Женеві, де здобув ступінь доктора ботаніки, у 1896 році він прибув до Російської імперії. Однак тут отримує всього-навсього посаду лаборанта у Варшавському університеті. Саме у Варшаві у 1903 році він повідомив про суть запропонованого ним методу розділення спиртового розчину хлорофілу. Проте в Росії відкриття Цвіта наштовхнулося на нерозуміння. Тільки в 1931 році німецький біохімік Ріхард Кун (1900-1967), директор Інституту хімії кайзера Вільгельма у Гейдельберзі, використавши відкриття М.Цвіта, запровадив у науковий обіг метод рідинної хроматографії. Подальший її розвиток пов'язаний з іменем англійського вченого Арчера Джона Мартіна, під керівництвом якого в 1952 році запропоновано газо-хроматографічний метод розділення жирних кислот. Відтепер хроматографія зайняла чільне місце в науці і техніці, зокрема у розділенні нафтопродуктів.

У час зростання попиту на бензин стало відомо про виняткову роль цеолітів у процесах хімічної переробки нафти. Спочатку для цього використовували природні цеоліти – морденіт, клиноптилоліт, фожазит, багаті поклади яких розсіяні по всій планеті. Але природні цеоліти містять різні домішки, тому постала необхідність виробництва їхніх синтетичних аналогів у чистому вигляді. Першим синтезував цеоліт доктор філософії Річард Мейлінг Баррер (1910-1996). Він народився у Новій Зеландії і був підданим Британської імперії. По закінченні університету в м. Крайстчерч, де свого часу вчився Ернест Резерфорд, Р.Баррер у 1932 році переїжджає до Великобританії, де починає працювати в лабораторії Кембриджського університету; там і отримує докторський ступінь. У 1948 році в Англії Річард Баррер вперше у світі синтезував цеоліт морденіт. Пізніше синтез цеолітів удосконалено американцями Дональдом Бреком і Робертом Мільтоном у Нью-Йорку (1956). Тоді ж почалися аналогічні дослідження цеолітів у СРСР. Тут уперше синтезовано цеоліти типу А та X професором Ізраїлем Неймарком (1907-1997) у Києві в 1959 році. Навколо нього формується цеолітний осередок в Інституті фізичної хімії ім. Л.Писаржев-

ського АН УРСР, де І.Неймарк протягом 1957-1974 років завідував лабораторією і відділом синтезу і дослідження сорбентів. Також у Києві у 1959-1963 роках формується група академіка Віктора Гутири (1910-1983), учнем і продовжувачем справи якого став професор Петро Галич (1923-2005), котрий протягом 1963-1989 років очолював відділ каталітичного синтезу, де досліджувались цеоліти як каталізатори у нафтохімії. Від 1961 року цей відділ багаторазово змінював своє підпорядкування: спочатку перебував у складі Інституту хімії полімерів і мономерів АН УРСР, потім у структурі Інституту високомолекулярних сполук АН УРСР, від 1975 року – Інституту фізико-органічної хімії та вуглехімії АН УРСР, а з 1989 року і дотепер – у складі Інституту біонеорганічної хімії та нафтохімії АН УРСР. Від 1990 року цей відділ очолює професор Казимир Патриляк (1938). Найширше в Радянському Союзі досліджували цеоліти у Тбілісі в Інституті фізичної та органічної хімії (ІФОХ) ім. П.Мелікшвілі АН ГРСР під керівництвом академіка Георгія Цицишвілі (1915 р.н.), котрий протягом 1947-1989 років був директором ІФОХ і одночасно керував у ньому лабораторією фізичної хімії. Використовуючи метод іонного обміну для отримання модифікованих форм синтетичних і природних цеолітів, Г.Цицишвілі очолив широкі дослідження їхніх адсорбційних та каталітичних властивостей. Пізніше з його лабораторії виділилася група, організована в 1975 році в лабораторію хроматографії, якою завідував Теймураз Андронікашвілі (1928 р.н.); він і вважається засновником грузинської хроматографічної школи. Саме тут розпочалися систематичні дослідження модифікованих цеолітів методом газової хроматографії. Інший осередок цеолітних досліджень – Москва, Інститут фізичної хімії АН СРСР, директор якого академік Михайло Дубінін (1900-1993) першим вказав на актуальність цієї проблематики. Саме за його ініціативою професор Ізраїль Неймарк зайнявся синтезом цеолітів. Науковим конкурентом М.Дубініна вважався професор Андрій Кисельов (1908-1984), котрий завідував лабораторією адсорбції і хроматографії у Московському університеті ім. М. Ломоносова. Значний цеолітний осередок був у Ленінграді (Сергій Жданов), Новосибірську. Промисловий випуск цеолітів налагоджено у Грозному (Яків Мірський), Горькому (Борис Ліпкінд) та Уфі. Також функціонував науковий цеолітний осередок в Ужгороді (Василь Гомонай).

Тоді ж активізувалися дослідження з використанням хроматографічних методів у багатьох наукових і навчальних закладах Союзу. Піонерами у впровадженні хроматографії в СРСР були член-кореспондент АН СРСР Костянтин Чмутов (1902-1979) – завідувач відділу хроматографії Московського інституту фізичної хімії АН СРСР та професор Олександр Жуховицький (1908-1990) з Інституту сталі і сплавів АН СРСР у Москві. Організатором численних хроматографічних форумів по всьому Союзі був професор Карл Сакодинський (1930-1996), який очолював групу газової хроматографії Фізико-хімічного інституту (ФХІ) АН СРСР у Москві протягом 1962-1972 рр., а в 1974-1983 роках став заступником директора ФХІ з наукової роботи. Науковим конкурентом К.Сакодинського вважався професор Віктор Берьозкін (1931 р.н.) – керівник хроматографічної лабораторії Інституту нафтохімічного синтезу в Москві. На той час у Києві також функціонувало кілька хроматографічних лабораторій (Марта Клісенко, Юрій Тарасевич, Артур Король). Активні хроматографічні осередки функціонували в Ризі (Андрис Андерсон), Тарту (Калле Ільмоя), Мінську (Аркадій Перцовський), Харкові (Віталій Чміль), Казані (Марк Вігдергауз), Держинську Горьковської області (Яків Яшин), Єревані (Даніел Гайбакян), Баку (Аяз Ефендієв), Ташкенті (Ергаш Арипов), Самарканді (Хайдар Хусаїнов) та інші.

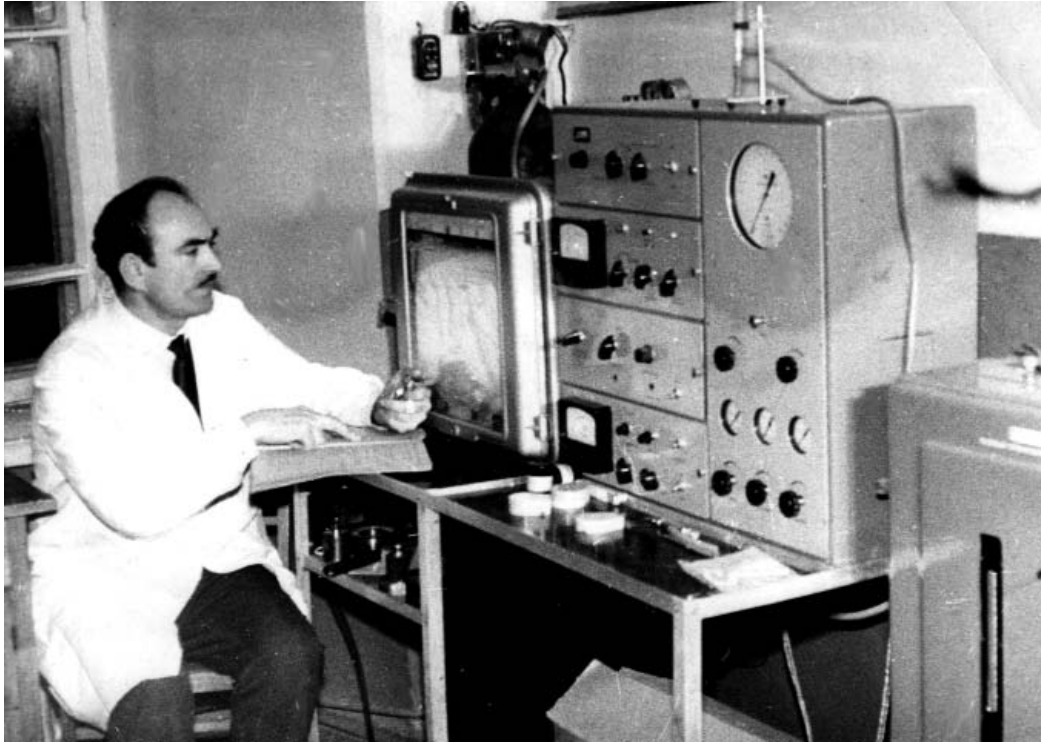
Ідею синтезу і вивчення цеолітів у Львівському університеті подав у 1960 році доцент Тихон Полонський (1902-1999). Я в той час був аспірантом на кафедрі фізич-

ної хімії Львівського університету і таким чином пов'язав відтоді свою наукову діяльність із цеолітами. Змішуючи розчини силікату й алюмінату натрію з лугом, ми вперше у Львові отримали синтетичні цеоліти типів А та X. У червні 1961 року мені довелося бути у науково-дослідному інституті при нафтопереробному заводі в м. Грозному. Тут на той час вже було налагоджене промислове, а не лабораторне виробництво синтетичних цеолітів типу А та інших. На них ми у Львові почали вивчати особливості розділення парів сумішей спиртів і вуглеводнів. У той же час у львівському Політехнічному інституті на кафедрі технології нафти і газу також вивчали промислові цеоліти з метою розділення на них нафтопродуктів. Над цим від 1963 р. працював доцент Леонід Квітковський (1929 р.н.), колишній співробітник київської групи В. Гутири і П. Галича. Того ж року я отримав призначення на роботу до Луцького загальнонаукового факультету, підпорядкованого тоді Львівському університетові. Подальші експерименти я продовжував у Луцьку.

Враховуючи результати цеолітних розробок у Грозному і Львівській Політехніці, поступово викристалізувалася потреба зміни напрямку моїх наукових досліджень. Такий поворот став реальністю після мого знайомства з грузинськими вченими Георгієм Цицишвілі і Теймуразом Андронікашвілі під час 3-ої Всесоюзної наради з адсорбентів у Ленінграді у червні 1969 року. Вони досліджували цеоліти і їхні іонообмінні модифікації методом газової хроматографії, і для вивчення їхнього досвіду я поїхав на стажування до Тбілісі. Врешті, за сприянням моїх грузинських колег була організована хроматографічна лабораторія в Луцьку з використанням найсучаснішого тоді газового хроматографа "Цвет-4", випущеного в м. Дзержинську Горьківської області. Від листопада 1971-го до серпня 1975 року тут мною були проведені систематичні дослідження синтетичного цеоліту типу Y, модифікованого катіонами лужних металів і срібла з різними ступенями заміщень. Отримані іонообмінні модифікації вивчено методом газової хроматографії: після засипання цеолітів у хроматографічні колонки вивчалися часи затримування різних газів при різних температурах. За ними розраховувалися такі хроматографічні і термодинамічні параметри адсорбції газів: хроматографічні об'єми затримування, ширина хроматографічних зон, теплота й ентропія адсорбції тощо. За цими результатами будувалися графіки залежності зміни вказаних параметрів від ступеня заміщення катіонів у цеоліті. Для більшості газів спостерігалися плавні зміни згаданих параметрів при підвищенні ступеня заміщення катіонів у цеоліті. Але для етану, метану і кисню при низькому ступені заміщення (9,8%) катіонів Na^+ на K^+ раптово стрімко зростала зміна заданих параметрів (іноді в десятки разів більша від очікуваних). Цей несподіваний сплеск, виявлений у 1972 році, отримав назву "ефекту низьких заміщень". Він справджується також і на зразках цеоліту після заміщення в ньому 6% Na^+ на Rb^+ , або 5% Na^+ на Cs^+ . Того ж року були виявлені два нових види інверсії, тобто зміни послідовності виходу компонентів (з прямої на обернену) із хроматографічної колонки. Одна з них — інверсія під впливом вмісту одного з компонентів у досліджуваній пробі газу, а друга — інверсія в залежності від ступеня заміщення катіонів у цеоліті. Отримані результати лягли в основу моєї кандидатської дисертації [1], захищеної у травні 1977 року у Тбіліському університеті. Проте квінтесенцією моїх досліджень у Луцьку стало виявлення влітку 1973 року специфічної селективності срібловмісних цеолітів типу Y щодо чадного газу.

Після мого повернення до Львова створюється львівська цеолітно-хроматографічна група. Її початком можна вважати 1976 рік. Базою стала лабораторія кафедри загальної гігієни Львівського медичного інституту.

Львівська цеолітно-хроматографічна група розвивалася на перехресті наукових ідей і контактів між ученими Тбілісі та спеціалістами з Ленінграда. У той час на ка-



О. Банах, м. Луцьк, 1971 р.

федрі загальної гігієни під керівництвом професора Ірини Даценко (1925-2006) здійснювалися дослідження впливу забруднень повітря на працездатність людей і тварин. Їх фінансувало ленінградське закрите підприємство "Рубін", яке працювало на оборонне відомство Радянського Союзу і цікавилось аналізом забрудненого повітря та його впливом на здоров'я і працездатність людей під час тривалого перебування у закритих приміщеннях, зокрема на підводних човнах. Проте нерозв'язаною залишалася проблема способу точного визначення мікроконцентрацій чадного газу в навколишньому повітрі. Тут пригодилися наші спільні з грузинськими колегами напрацювання стосовно катіонного модифікування цеолітів, зокрема сріблом, і їхньої селективності щодо чадного газу. Із закордонних публікацій було відомо про високу адсорбційну селективність срібловмісних цеолітів типу X. Проте остаточно нез'ясованими залишалися їхні кількісні характеристики і аналогічні можливості срібловмісних цеолітів типу Y щодо чадного газу. Це стало відправною точкою наших подальших досліджень. Ірина Даценко гаряче підтримала мою пропозицію визначати мікроконцентрації чадного газу в забрудненому повітрі саме за допомогою срібловмісних цеолітів типу Y. У Луцьку мною вже були розроблені різні модифікації таких цеолітів, зокрема з малим вмістом катіонів срібла, і вивчені їхні хроматографічні властивості. До того ж певний спільний досвід використання таких цеолітів при аналізі мікроконцентрацій CO в крові і видихуваному повітрі у нас був із Іваном Федоровичем та Борисом Пластуновим – молодими науковцями Львівського медінституту. Таким чином, викристалізувалася ідея, навколо якої почала розвиватися львівська цеолітно-хроматографічна група. Ця ж ідея лягла в основу винаходу "Спосіб концентрування оксиду вуглецю", на який видано авторське свідоцтво [2]. Згодом його засвідчено нагрудним знаком Всесоюзного товариства винахідників і раціоналізаторів, що ними відзначали за вагомі досягнення у фундаментальній науці.

Отже, хроматографічна лабораторія у Львівському медичному інституті запрацювала. Спочатку робота велася на малоефективних хроматографах ХЛ-69 та ЛХМ-8-МД московського виробництва. На підставі розрахунків мною була встановлена

надзвичайно висока селективність срібловмісних цеолітів типу Y – цих своєрідних "цеолітних фільтрів" щодо чадного газу. Наприклад, зразок цеоліту AgY, в якому всі катіони Na^+ заміщені на Ag^+ , при кімнатній температурі здатний затримувати в собі кожен молекулу чадного газу, при цьому відсіюючи близько 100 мільйонів частинок азоту із забрудненого повітря. Потім сконцентрований в цеоліті газ CO при нагріванні до 300°C може бути видалений і використаний для інших цілей або спалений. Такий цеолітний фільтр діє, образно кажучи, як служба безпеки на кордонах великої держави, що здатна упізнати, виявити і затримати кожного злочинця серед ста мільйонів чесних громадян.

Однак для практичного застосування зручнішою є модифікація цеоліту, в якому не всі катіони Na^+ заміщені сріблом, а значно менше (до 10%). Тоді такий фільтр придатний для вилучення з навколишнього повітря чадного газу навіть у мізерних кількостях. Потім цей газ можна десорбувати і провести хроматографічний аналіз. Так був апробований зразок цеоліту з умовною формулою $0,1\text{AgNaY}$, що містив 8,5% обмінних катіонів Ag^+ . Він і став серцевиною новостворених адсорбційних цеолітних фільтрів для розробки нових методик кількісного аналізу мікроконцентрацій чадного газу у навколишньому повітрі (порядку $10^{-4}\%$ і менше). Наявні в 1970-их роках газоаналізатори, зокрема хроматографи, були нечутливими до таких мізерних кількостей домішок CO. Тому науковцям доводилось концентрувати їх або перетворювати чадний газ на метан, щоби проаналізувати його методом хроматографії з використанням чутливих детекторів, котрі базувалися на іонізації полум'я. Однак останній метод був ненадійним, оскільки не було гарантії, що разом із CO не перетвориться у метан і вуглекислий газ CO_2 , котрий і в нормі завжди присутній у повітрі. Кращим був метод концентрування, тобто підвищення вмісту компонента CO в пробі для подальшого кількісного аналізу. Чинні на той час методи концентрування ґрунтувалися на використанні адсорбентів, зокрема і цеолітів, але вимагали попереднього глибокого охолодження, зокрема зрідженим азотом або зрідженим повітрям. Цей метод був громіздким, незручним та дорогим. Натомість наш срібловмісний цеоліт давав змогу при кімнатній температурі здійснювати адсорбційне вилучення мікрослідів чадного газу CO і концентрувати його у невеликій трубочці (товщиною близько 5 мм і довжиною 10-15 см). Трубка заповнювалася зернами цеоліту $0,1\text{AgNaY}$, що мали розміри 0,5-1 мм. При температурі навколишнього повітря, наприклад 20°C , така цеолітна пастка здатна затримувати кожен молекулу чадного газу, при цьому пропускаючи крізь себе 5 тисяч молекул повітряного азоту. Таким способом вдається зібрати (відфільтрувати) вс. мізерну кількість чадного газу, що є в аналізованій пробі повітря (від 0,1 до 10 літрів). При цьому кількість компонента CO, сконцентрованого у порах цеоліту, збільшується в десятки і сотні тисяч разів. Після нагрівання він увесь може бути виділений із цеолітної трубки (десорбований) і проаналізований кількісно. Це дуже просто здійснити, використовуючи будь-які газові хроматографи, що випускалися тоді промисловістю і мали детектор (катарометр) для вимірювання теплопровідності газів. Хроматограф може легко зафіксувати на діаграмній стрічці наявність 0,02-0,05 мг чадного газу у вигляді піка (хроматограми).

Однак у звичайному повітрі гранично допустима концентрація (ГДК) чадного газу становить 20 мг CO на 1 м^3 повітря. Така незначна концентрація CO практично не впливає на самопочуття і працездатність людини. До того ж її неможливо було безпосередньо визначити тодішніми інструментальними методами. Проте за допомогою нашого цеоліту $0,1\text{AgNaY}$ такі мізерні кількості чадного газу можна вилучити з повітря і сконцентрувати до значення 0,02 мг і менше. Для цього треба пропустити крізь такий фільтр близько 1 літра умовно чистого повітря, в якому містяться

домішки СО на рівні ГДК (20 мг/м^3), які адсорбуються в цеолітних порах. Таким чином, ми отримали високоефективний, дешевий у виробництві цеолітний фільтр для багаторазового використання при аналізі забрудненого повітря.

Отримані результати були озвучені мною на міжнародному симпозіумі з хроматографії у м. Самарканді в 1976 році, а згодом опубліковані у московському журналі "Гигиена и санитария"[3]. Це викликало жвавий інтерес. Звідусіль, із Києва, Донецька, Москви, Мінська, Новосибірська, Уфи, Іжевська, Новокуйбишевська та за кордону – Індії, Німеччини, Чехословаччини, Польщі, Угорщини, Югославії – надходили пропозиції детальніше ознайомитися з адсорбентами і методикою аналізу на них чадного газу в забрудненому повітрі.

Особливості цеолітних фільтрів, так званий "ефект цеолітного фільтра", вимагали подальшого уточнення і апробації. Робота над цим почалася з літа 1977 року, коли в нас з'явився хроматограф "Цвет-4".

В один із тихих літніх досвітків, коли повітря є особливо свіжим і чистим, ми вирішили перевірити, чи є в ньому хоча би натяки на чадний газ. Пробу повітря взяли із саду біля львівського медінституту. 1 літр його було пропущено через цеолітну пастку, а потім проаналізовано хроматографічним методом. На наше здивування, навіть у вранішньому недільному повітрі, коли немає автотранспорту, вміст СО значно перевищував ГДК. Що тоді казати про чистоту повітря на магістральних вулицях великих міст, коли він у сотні і тисячі разів перевищує ГДК.



Р.Баранський
м. Львів, 1987 р.

Першим був Олександр Тимкевич, наступного року приєдналася Ірина Жибак, а з 1980 року – Анатолій Вох, Ірина Голос та Ірина Чергава.

Протягом 1980–1982 років у складі групи як старший науковий співробітник науково-дослідного сектору інституту працював Теофіл Томашевський. У 1982 році серед нас з'явився старший науковий співробітник кафедри фізхімії Володимир Роговик, а наступного року – старший лаборант кафедри біохімії медінституту Надія Фартушок.

Від 1978 року у нашій лабораторії починають працювати Роман Баранський і Любомира Чарнецька – обоє викладачі Львівського поліграфічного інституту, а також Людмила Стрільчук – викладач Луцького, тоді загальнотехнічного, факультету.

Активно запрацював студентський науковий гурток на кафедрі фізичної та колоїдної хімії Львівського медінституту, а дехто з його учасників залучився до наукової роботи у складі цеолітно-хроматографічної групи.



О.Банах, І.Чергава, І.Голос, О.Тимкевич, м.Львів, 1986 р.



**О. Банах, Л. Стрільчук, В.Роговик,
м. Єреван, 1984 р.**

Основним об'єктом досліджень залишалися модифікації синтетичного цеоліту типу Y. Діапазон його катіонних модифікацій був розширений за рахунок використання іонів лужноземельних металів, а також міді і кадмію. На них ми вивчали умови хроматографічного розділення інертних і низькокиплячих газів. Діапазон досліджуваних температур також розширювався за рахунок пониження від 0° до -60° С. Отримані результати лягли в основу кандидатської дисертації Л.Стрільчук, захищеної в 1984 році у Тбіліському університеті [4]. Р.Баранський розпочав досліджувати цеоліти типу Y, що містили катіони міді та срібла з низькими ступенями іонообміну та їхню селективність щодо чадного газу. Варто зазначити, що на срібних цеолітах "ефект низьких заміщень" не спостерігався, зате мідновмісні модифікації вдало

поєднували в собі цей ефект та "ефект цеолітного фільтра". Вивчення дифузії газів у цеолітах проводила Л.Чарнецька. Вплив катіонів лужноземельних металів на хроматографічні властивості цеолітів типу Y вивчав Т. Томашевський. І.Чергава досліджувала хроматографічні властивості синтетичних цеолітів типу Y, модифікованих поглинутими (оклюдованими) безводними солями.

Від 1979 року арсенал досліджуваних нами адсорбентів поповнився синтетичними цеолітами типів А, X та М. О.Тимкевич використовував синтетичний цеоліт типу X із дуже низьким вмістом катіонів срібла. Наші результати довели, що мізерні кількості катіонів срібла в цеоліті типу X створюють ще більші можливості вловлювати чадний газ, етилен, пропан, бутан, ніж аналогічні зразки цеолітів інших типів. Досі в ученому світі вважали, що на всіх цеолітах $AgNaX$, незалежно від вмісту катіонів срібла в них, ці гази хемосорбуються, а не вимиваються з них. О. Тимкевич підтвердив, що на поверхні отриманих ним зразків цеолітів при різних температурах відбуваються як адсорбція, так і десорбція цих газів. Хемосорбція відбувається лише на цеолітах типу X із високим вмістом катіонів срібла.

Від березня 1980 року ми почали досліджувати природні цеоліти морденіт і клиноптилоліт, отримані від геолога Ярослава Маслякевича із Західної геолого-розвідувальної експедиції в м. Береговому. У 1972 році на Закарпатті виявлено багаті родовища цеолітів біля сіл Сокирниця і Липча Хустського району та інших.

Дослідженням закарпатського природного морденіту займався А.Вох. Морденіт модифіковано спочатку обробкою розчинами соляної кислоти, а потім катіонами срібла або міді. Отримано модифікації закарпатського морденіту, що не поступаються подібним зразкам синтетичних



**Н.Фартушок
м. Львів, 1987 р.**

цеолітів, але є набагато дешевшими і доступнішими. Аналогічні дослідження іншого природного закарпатського цеоліту клиноптилоліту лягли в основу наукової роботи Н.Фартушок. На мідних модифікаціях клиноптилоліту також був виявлений "ефект низьких заміщень" стосовно СО і олефінів. Ця робота була захищена як кандидатська дисертація у 1990 році у Львівській Політехніці [5].

Наші дотеперішні дослідження стосувалися безводних (дегідратованих) цеолітів. Але у природних умовах всі цеоліти контактують із повітрям і тому містять вологу. Важливою віхою в цьому плані стала моя зустріч із професором Віктором Берьозкіним із Москви, який у лютому 1981 року перебував у Карпатах на відпочинку в селі Грабівець. Після цього ми почали систематичні роботи зі зволженими модифікованими цеолітами. Р.Баранський продовжував вивчати мідновмісні цеоліти типу Y з різним ступенем зволоження. Його результати увійшли до кандидатської дисертації, захищеної 1984 року у Львівській Політехніці [6]. Слід зазначити, що зростання кількості вологи у мідновмісному цеоліті понижує прояв "ефекту низьких заміщень" аж до його зникнення. Хроматографічні дослідження синтетичних цеолітів типу Y, модифікованих катіонами лужних металів в умовах різного ступеня зволоження лягли в основу кандидатської дисертації І.Голос, захищеної 1989 року у Львівській Політехніці [7]. Темою кандидатської дисертації В.Роговика були дослідження синтетичних цеолітів типу Y із заміщеними катіонами лужноземельних металів і міді також у зволоженому стані. На мідновмісних цеолітах В.Роговику вдалося уточнити нижню і верхню межі появи "ефекту низьких заміщень". Дисертацію захищено 1994 року у Львівській Політехніці [8].



І. Жибак, м. Львів, 1979 р.

Промисловістю випускаються як порошкоподібні цеоліти, так і гранульовані їх форми. Останні містять зв'язувальні добавки, найчастіше глину. Вивчення хроматографічних властивостей гранульованих цеолітів типів X, Y та M, додатково модифікованих невеликими кількостями катіонів срібла і міді, лягли в основу кандидатської дисертації І.Жибак, захищеної 2003 року у Львівському Національному університеті ім. І.Франка [9].

На мідних модифікаціях таких цеолітів також було виявлено "ефект низьких заміщень". Крім цього, на зволжених зразках зафіксовано невідомий досі ефект конкурентного впливу температури і вологи в цеоліті на хроматографічні і термодинамічні параметри адсорбції газів.

На засіданні бюро Західного наукового центру (ЗНЦ) АН УРСР у Львові за ініціативою Ірини Даценко 19 червня 1981 року була створена робоча комісія з цеолітів при ЗНЦ. До її складу увійшло 9 осіб – представників різних наукових закладів Західної України, в яких досліджувалися і використовувалися цеоліти. Головою обрано професора І.Даценко. Так була "уконститутована" львівська цеолітно-хроматографічна група. Ядром її залишалася наша експериментальна лабораторія у Львівському медичному інституті.

Тісні наукові контакти з ученими СРСР налагоджувалися на численних наукових конференціях, симпозіумах, нарадах, у тому числі міжнародних і всесоюзних: у Тбілісі (1973, 1974, 1979, 1980, 1981, 1986), Ризі (1976), Самарканді (1976), Баку (1976, 1982), Таллінні (1982), Волзькому (1982), Єревані (1984), Москві (1984, 1986), Суз-

далі (1985), Ялті (1985). У розмовах і дискусіях неодноразово звучала пропозиція провести аналогічний науковий форум у Львові або хоча би іншому місті Західної України, щоби засвідчити наявність на науковій мапі Радянського Союзу ще одного цеолітно-хроматографічного осередку. Цю ідею вперше висловлено у розмові між професорами К.Сакодинським та Т.Андронікашвілі ще 1979 року.

Всесоюзну конференцію з адсорбції і хроматографії не вдалося тоді організувати у Львові. Були пропозиції провести її в Яремчі, Бережанах. Київська партноменклатура не погоджувалася на проведення всесоюзного форуму в Західній Україні; зрештою, вдалося провести його в Косові на Івано-Франківщині, та й то лише в рамках наради, а не конференції. Було узгоджено дату – 21 травня 1986 року. Проте через Чорнобильську катастрофу довелося відкласти її аж до осені. До всього, ще й цензор (керівник облліту) чинив перешкоди, не дозволяючи публікувати роботи закордонних авторів. Врешті видруковано тези 245 наукових праць 529 авторів [10]. Членами редколегії збірника тез доповідей були В.Роговик, О.Тимкевич і я. Варто відзначити організаційну роботу В.Роговика, О.Тимкевича та науковця з Івано-Франківська Ігоря Смоленського. Всесоюзна нарада зі сорбентів для хроматографії відбувалася з 21 по 24 жовтня 1986 року на турбазі "Карпатські зорі". До Косова прибуло понад 150 учасників із 9 республік колишнього СРСР, найбільше з Росії, України та Грузії. Серед учасників були К.Сакодинський із Москви, А.Андерсон із Риги, А.Перцовський з Мінська, А.Ефендієв із Баку, А.Король із Києва. У роботі наради були задіяні всі учасники нашої цеолітно-хроматографічної групи. Таким чином, ми отримали "бойове хрещення" і авторитет далеко поза межами Західної України.

Під кінець 1986 року у київському видавництві "Вища школа" вийшла друком монографія "Хімічна промисловість та охорона навколишнього середовища" російською мовою [11]. У ній, зокрема, подано відомості про цеоліти і цеолітні фільтри, методику очищення повітря від забруднень.

У листопаді 1988 року у Москві відбувався Міжнародний симпозіум з хімії поверхні, адсорбції та хроматографії, присвячений пам'яті професора Андрія Кисельова. На ньому виступав з доповіддю живий класик світової цеолітної науки Річард Баррер. Ми з В.Роговиком вирішили ознайомити його з нашою науковою статтею, підготованою для публікування за кордоном. У ній, серед іншого, "презентовано" відомості про цеолітні фільтри. У розмові професор Баррер справив враження енергійної та доброзичливої людини і порекомендував вислати статтю в редакцію наукового журналу "Zeolites" у Великобританію. Проте київська бюрократія і тут чинила перешкоди. Все ж за допомогою академіка Теймураза Андронікашвілі представникам львівської цеолітно-хроматографічної групи вдалося наступного року опублікувати свою працю за межами СРСР [12].

Скоро настали скрутні часи для експериментальної науки в Радянському Союзі. Проте на той час ми встигли завершити основні роботи щодо розробки модифікованих цеолітних адсорбентів для хроматографічного аналізу різних забрудників повітря. Це стало певним підсумком діяльності львівської цеолітно-хроматографічної групи. Ми отримали низку ефективних засобів для тонкого очищення повітря, універсальних, доступних і придатних для багаторазового використання. Першими з них були срібловмісні цеоліти типу Y. Проте значно дешевшими і не менш ефективними виявилися мідновмісні цеолітні фільтри, створені на базі як синтетичних цеолітів типу Y та X, так і природних – клиноптилоліту та морденіту. Все це відображено у моїй докторській дисертації. Її було апробовано на науковому семінарі в лабораторії адсорбції та хроматографії Московського університету, що нею раніше завідував А.Кисельов. Захист дисертації відбувся через місяць у жовтні 1992 року у Львівській Політехніці [13].

Травень 1993 року. У Києві скликано перший з'їзд хроматографістів незалежної України. На ньому створено Українське хроматографічне товариство (УХТ). На той час у Росії вже існувала Асоціація хроматографістів ім. М.С.Цвіта, організована 1989 року Карлом Сакодинським. На з'їзді в Києві головою УХТ обрано Віталія Чміля, який на той час працював у Київському Інституті здоров'я. Відтоді розпочалося активне оформлення обласних осередків УХТ, зокрема в Західній Україні. Львівське хроматографічне товариство започатковане нами 1995 року. Тоді ж за нашим прикладом і сприянням виникають регіональні осередки УХТ в Івано-Франківську (Ігор Смоленський), Тернополі (Петро Грабовий), Луцьку (Людмила Стрільчук), Чернівцях (П.Присяжнюк), Ужгороді (Василь Гомонай). На установчих зборах Львівського хроматографічного товариства 11 грудня 1998 року обрано правління у складі 7 осіб та ревізійну комісію. Головою обрано мене, заступником – В.Роговика, секретарем-скарбником – О.Тимкевича. Оскільки статут УХТ, складений ще за радянськими зразками, видавався застарілим, О.Тимкевичем розроблено оновлений варіант статуту. Його за нашою пропозицією було прийнято як статут УХТ. Ще від вересня 1997 року головою УХТ був Модест Герцюк, також працівник Київського Інституту здоров'я.

Завдяки сприянню академіка Т.Андронікашвілі ми налагодили наукові контакти з польськими хроматографістами: професорами Зигфридом Віткевичем з Варшави і Яном Ружином із Любліна. Тепер у незалежній Україні стало можливим проводити наукові форуми у Львові. Перший Західноукраїнський симпозіум з адсорбції та хроматографії відбувся 12-15 травня 1997 року. До Львова прибуло близько 70 учасників із 5 країн – України, Грузії, Польщі, Росії та Узбекистану, зокрема академік Т.Андронікашвілі, професор Ян Ружило і тодішній голова УХТ Віталій Чміль. Видає збірник "Праць..." [14] учасників симпозіуму, куди увійшло 94 доповіді 197 авторів. Другий симпозіум проведено 5-7 червня 2000 року, на який прибуло близько 50 учасників з України та Польщі, зокрема професори Богуслав Бушевський з Торуня та Пйотр Стащук з Любліна. Цей форум відбувався, як і перший, у палаці Сапіги у Львові. У збірнику праць [15] цього симпозіуму опубліковано 87 статей 250 авторів. На третьому львівському симпозіумі, що проходив у Львівському Національному університеті ім. І.Франка 26-28 травня 2003 року, було близько 70 учасників з України. В збірнику праць третього форуму [16] опубліковано 91 статтю 224 авторів. Незмінним головою оргкомітету всіх трьох наукових форумів і редактором видрукуваних "Праць..." доводилося бути мені, заступником – доцентів В.Роговику. На нього і на О.Тимкевича падав основний тягар організаційних клопотів. Постійними учасниками симпозіумів були професори Ірина Даценко, Леонід Квітковський і новий голова УХТ Модест Герцюк. Західноукраїнські симпозіуми у Львові підбили підсумки найновіших досягнень у дослідженнях адсорбентів методами хроматографії та їх використання у промисловості, медицині, біології, агрономії, екології; вони також знаменували собою контури співпраці з ученими з-за кордону.

Сподіваюся, що зерна, посіяні учасниками львівської цеолітно-хроматографічної групи, зійдуть добрим урожаєм на ниві майбутніх здобутків науки.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Банах О.С.** Исследование хроматографических свойств цеолитов типа Y, содержащих катионы щелочных металлов и серебра. Автореф. дис... канд. хим. н. – Тбилиси, 1977. – 24 с.
2. **О.С.Банах, И.И.Даценко, Б.А.Пластунов.** Способ концентрирования окиси углерода // А.с. 842461 СССР, МКИ4, G 01 N 1/28 C 01 B 31/18. – Опубл. 30.06.81. – Бюл. № 24.
3. **Банах О.С., Федорович И.П. и др.** Применение цеолитов для газохроматографического определения загрязнений воздуха окисью углерода // Гиг. и сан. – 1978. – № 11. – С.75-78.
4. **Стрильчук Л.В.** Влияние катионной модификации цеолитов типа Y на характер хроматографического разделения смеси инертных газов // Автореф. дис... канд. хим. н. – Тбилиси, 1984. – 24 с.
5. **Фартушок Н.В.** Модификация и хроматографические свойства закарпатского клиноптилолита. // Автореф. дис... канд. хим. н. – Львов, 1990. – 18 с.
6. **Баранский Р.И.** Разработка цеолитных адсорбентов для хроматографического определения загрязнений воздух. // Автореф. дис... канд. хим. н. – Львов, 1984. – 23 с.
7. **Голос И.Я.** Влияние влаги на хроматографическое удерживание некоторых газов-загрязнителей воздуха цеолитами типа Y, модифицированными катионами щелочных металлов. // Автореф. дис... канд. хим. н. – Львов, 1989. – 18 с.
8. **Роговик В.Й.** Взаємодії газів-забрудників повітря з катіонами лужноземельних металів і міді у зволжених цеолітах типу Y. // Автореф. дис... канд. хім. н. – Львів, 1994. – 17 с.
9. **Жибак І.М.** Фізико-хімічна взаємодія оксидів карбону та вуглеводнів із катіонами Ag⁺ і Cu₂⁺ у цеолітах M, X та Y. Автореф. дис... канд. хім. н. – Львів, 2003. – 19 с.
10. Всесоюзное совещание по сорбентам для хроматографии. // Тез. докл. – М., 1986. – 155 с.
11. **Даценко И.И., Банах О.С., Баранский Р.И.** Химическая промышленность и охрана окружающей среды. – Киев: Вища школа, 1986.-176 с.
12. **Andronikashvili T.G., Banakh O.S., Rogovik V.I.** Chromatographic properties of zeolites modified for analysis of atmospheric pollutants. // Pure & Appl. Chem. – 1989. – Vol. 61, No. 11. – P. 2061-2064.
13. **Банах О.С.** Фізико-хімічні основи модифікації цеолітів для хроматографічного визначення забруднень повітря. //Автореф. дис... д-ра хім. н. – Львів, 1992. – 32 с.
14. Праці I Західноукраїнського симпозіуму з адсорбції та хроматографії / під ред. О.С.Банаха. – Львів, 1997. – 216 с.
15. Праці 2-го Західноукраїнського симпозіуму з адсорбції та хроматографії / під ред. О.С.Банаха.– Львів, 2000. – 319 с.
16. Праці 3-го Західноукраїнського симпозіуму з адсорбції та хроматографії / під ред. О.С. Банаха.– Львів, 2003. – 240 с.

м. Львів

Надійшло до редакції 23.12.2008