БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
ИНСТИТУТ ПО КАТАЛИЗ



История

Институтът по катализ (ИК) на Българската академия на науките (БАН) е създаден през 1983 година и се развива като водещ център за каталитични изследвания в страната и в региона на Югоизточна Европа. При основаването си институтът фокусира дейността си върху фундаментални и приложни изследвания на каталитични реакции и процеси, на техните кинетични закономерности, разработването на технологии за производство на катализатори, математични модели на каталитични реактори и процеси, ефективно координиране на изследователската дейност в областта на катализа между различните институции, които работят в тази сфера в България, експертна дейност, разработване и внедряване на производство на катализатори и приложение на промишлени каталитични процеси в национален мащаб. В първите години изследователската и развойна програма на института е насочена главно към разработване и прилагане на каталитични процеси и катализатори в химическата и нефтохимическата промишленост. Понастоящем основната научноизследователска дейност е адаптирана по такъв начин, че да отговоря на актуалните обществени предизвикателства (технологични, екологични, социални) в съответствие с целите и приоритетите на Рамковите програми на Европейската комисия за научни изследвания и иновации, Стратегията за интелигентен, устойчив и приобщаващ растеж - Европа 2020, Иновационната стратегия за интелигентна специализация на Република България, Националната стратегия за развитие на научните изследвания в Република България 2017-2030 г. ИК участва активно в изпълнението на проекти по линия на Рамковите програми на Европейския съюз, а също така и в голям брой изследователски проекти, финансирани от ФНИ, МОН (ОП НОИР), НАТО, ЮНИДО, ЮНЕСКО и други. Участието в тези проекти допринася както за изграждане на интердисциплинарни умения на младите учени и повишаване на нивото на изследователската дейност, така и за интегрирането на тези изследвания в европейското изследователско пространство (ERA). ИК има висок авторитет като изследователска институция в Европа с установени научни контакти с научноизследователски институции както в Европейския съюз така и с други организации извън ЕС.

ИК е създател, организатор и седалище на Клуба на българските каталитици (КБК), основан през 1992 г. Непосредствено след учредяването си КБК става колективен член на Европейската федерация на каталитичните дружества (EFCATS) и на световната Международна асоциация на каталитичните дружества (IACS). ИК бе основен организатор на Седмия европейски конгрес по катализ, проведен през 2005 година в София. ИК е организатор на традиционните Международни симпозиуми по хетерогенен катализ, конференциите на Клуба на българските каталитици. ИК организира и работни срещи и съвещания по линия на НАТО и ЮНИДО. ИК е седалище на Българското ЕПР дружество, което е едно от първите членове на Европейската федерация на ЕПР дружествата. Българското ЕПР дружество е организатор на 11 международни конференции по Електронен магнитен резонанс на неподредени системи (EMARDIS).

Структура

Структурата на ИК включва 3 лаборатории с 11 тематични групи:

- **Нови хетерогенни катализатори за чиста енергия и опазване на околната среда**
  - Катализ за опазване на околната среда;
  - Научни основи за синтез и подбор на хетерогенни катализатори;
  - Нанесени метални катализатори;
  - Синтез и активност на метални и метало-оксидни катализатори.
- **Дизайн и охарактеризиране на каталитични материали**
  - Синтез и структура на катализатори и сорбенти;
  - Анализ на повърхности;
  - Център по ЕПР спектроскопия;
  - Квантовохимични и теоретични изследвания на катализатори и каталитични процеси.

- **Съвременни окислителни процеси**
  - Озонохимия и катализ;
  - Фотокатализ и фотохромни съединения в катализа;
  - Плазмени методи за синтез на каталитични материали.

Мисия

Да продължи да се развива и утвърждава като координатор, научно-изследователски, научно-приложен, иновационен център и център за подготовка на специализирани кадри в България и Югоизточна Европа по фундаментални и приложни изследвания в областта на хетерогенния, хомогенния и фотокатализ, химичната кинетика, химичната стабилизация и специфичните изследователски методи, приложими в катализа.

Дейността и визията за развитие на ИК е и ще бъде в съгласие с националните, европейските и световните изисквания за организация на научните изследвания, за осигуряване и поддържане на високо равнище на науката, интердисциплинарност на изследванията, международна конкуренто-способност и национално самочувствие.

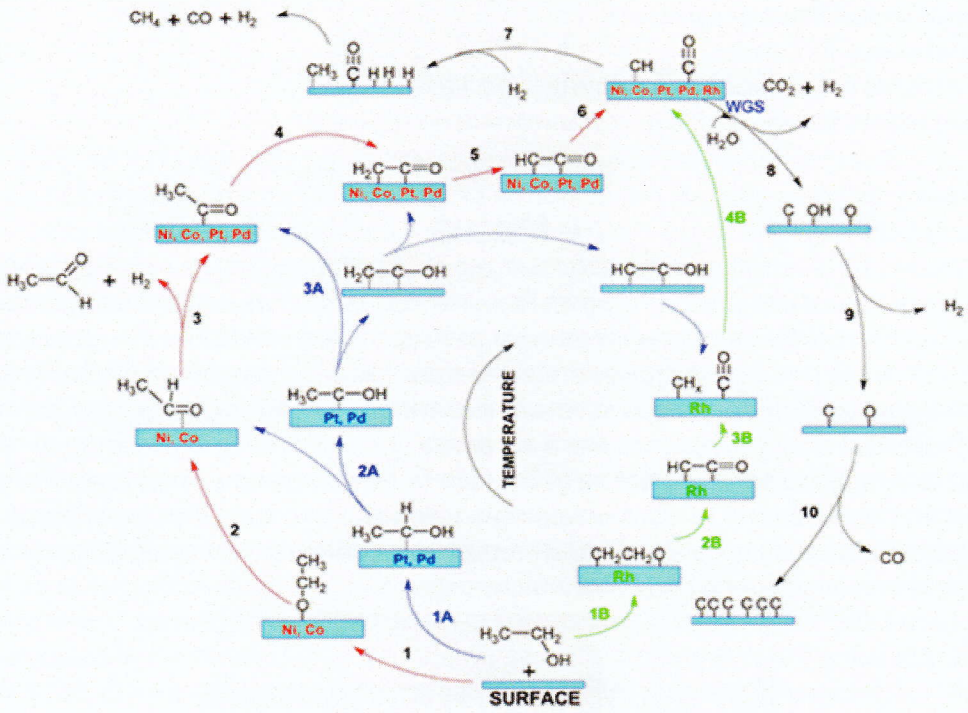
Научни области и постижения

Тематиката на Института по катализ като звено от научно направление „Нанонауки, нови материали и технологии" от структурата на БАН е в пълно съответствие с приоритетите на направлението. В ИК се създават нови наноразмерни катализатори с регулирана структура и свойства, приложими в химическата промишленост, процесите за опазване на околната среда, получаване на алтернативни горива – водород, оползотворяване на нови енергийни източници, подобряване качеството на живот и др. В Института приоритетно се разработват научни основи за подбор на нови каталитични системи, изучава се кинетиката и механизма на хетерогенни, хомогенни и фотокаталитични реакции, с квантово-химични методи се изучават каталитични превръщания на атомно ниво, развиват се методично и методологично методите на ЕПР и ЕНДОР спектроскопията, работи се върху химичната стабилизация на органични материали, изследва се реакционната способност на органични съединения. Използват се съвременни физикохимични методи като: Рентгенова фотоелектронна спектроскопия, рентгеноструктурен анализ, инфрачервена и ултравиолетова спектроскопия, температурно-програмирана редукция и десорбция, диференциална сканираща калориметрия, Мьосбауерова и ЕПР спектроскопии и др.

Научноизследователската работа в ИК по отношение получаването на чиста енергия и нови енергийни източници е съобразена с търсенето на високоефективни екологично чисти технологии и алтернативни горива, чиято употреба не е съпътствана с отделяне на вредни емисии. Дейностите са в хармония с националните и европейски приоритети в тази област и имат обща основа с изследванията на нови наноструктурирани материали с мултифункционални повърхности и наноматериали с контролиран дизайн и подобрени каталитични свойства.

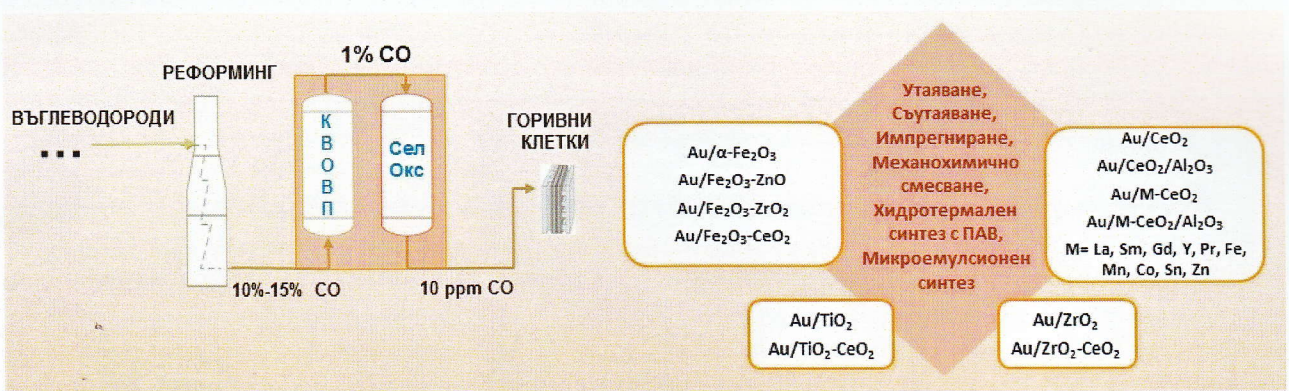
През последните години за първи път в ИК стартира получаването на водород чрез процесите на реформинг на метан (паров, сух и автотермичен) и от възобновяеми енергийни източници: реформинг на биогаз и на биоетанол, получени от остатъчна биомаса. Създадени са високо ефективни катализатори, гарантиращи успешното превръщане на биогаз и биоетанол до водород и ценни химикали, което увеличава възможността за използването на възобновяеми източници, способни да генерират устойчиво енергия и химични продукти.

Синтезирани са катализатори за получаване на водород чрез реформинг на метан с въглероден диоксид. Този процес има важно значение за опазването на околната среда, защото води до намаляване на концентрациите на натрупаните в атмосферата CO_2 и метан, известни като „газове с парников ефект"

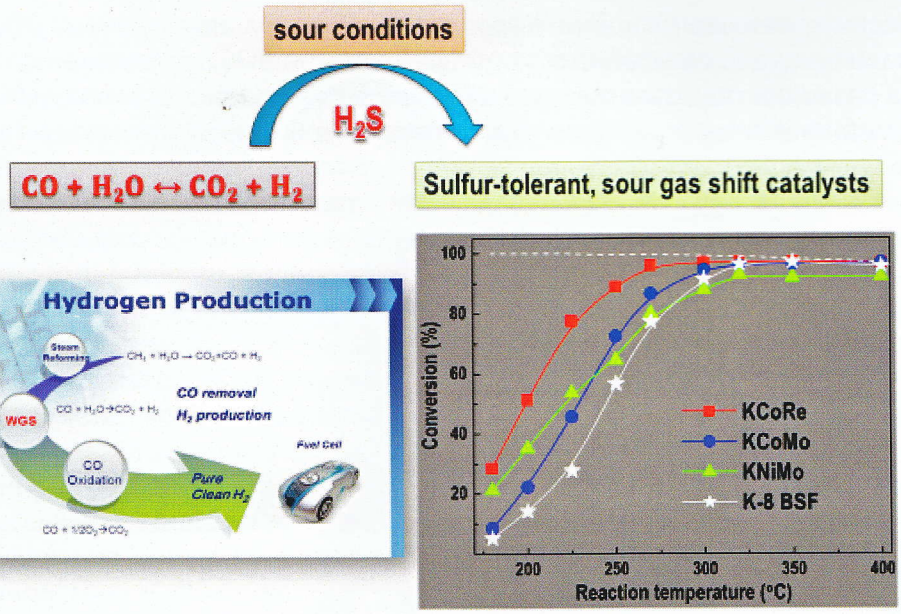


Механизъм на паров реформинг на етанол за получаване на водород

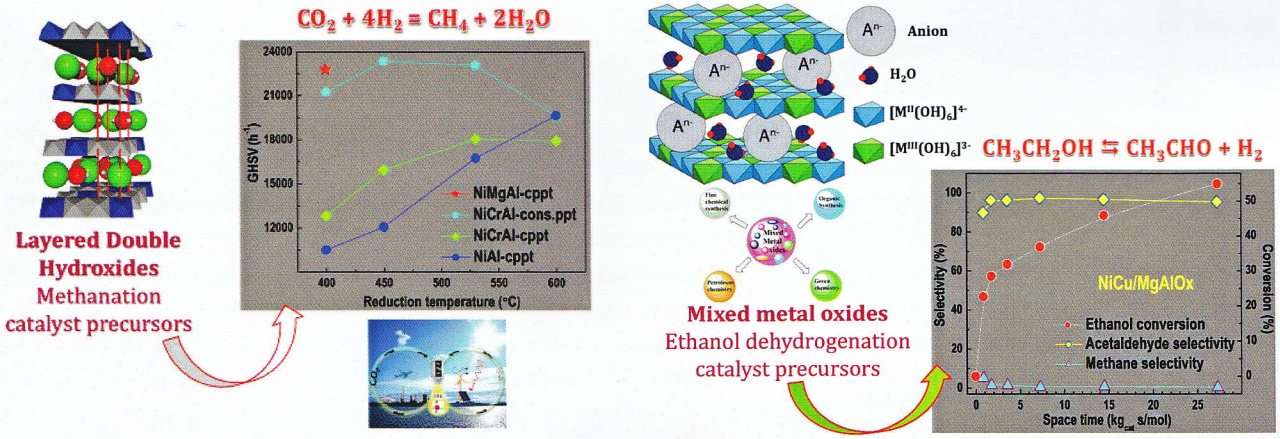
Използването на водорода като източник на енергия насочи значителни изследователски усилия към създаването на каталитични материали за очистване на получения чрез реформинг водород от CO и CO_2, посредством реакциите на конверсия на CO с водна пара (КВОВП), селективно окисление на CO (СелОкс) и метаниране на CO и CO_2. През 1996 г. в ИК започват пионерни изследвания върху процеса на КВОВП в присъствие на наноразмерни златни катализатори върху различни метало-оксидни носители. Понастоящем се изучава влиянието на природата на използваните носители, методите на тяхното получаване и/или модифициране върху каталитичното поведение в реакциите на КВОВП и СелОкс в богата на водород среда. Разработва се интегриран процес за производство на чист водород, съчетано с оползотворяване на парниковия газ CO_2. Основна цел е дизайна на нови активни, стабилни и икономически конкурентни наноразмерни каталитични материали, на базата на изучаване на зависимостта между физикохимичните и каталитични свойства в изследваните процеси. В сътрудничество с учени от Института за изследване на материали в гр. Севиля, Испания са разработени нови катализатори, съдържащи злато и смесени метални оксиди, за реакции свързани с решаването на енергийни и екологични проблеми и са защитени два европейски патента (WO2013057347A1, WO 2016/059268 A1).



При генериране на синтез газа за КВОВП чрез газификация и частично окисление на тежки горива, катран, нефтени шисти, въглища, кокс или биомаса присъствието на сяра е неизменно. Това обуславя изследванията на ИК в дизайна на сяро-устойчиви катализатори за КВОВП с т. н. кисел синтез газ на базата на молибден и рений. Разработването на такива катализатори спомага за увеличаване на гъвкавостта на процеса за производство на водород.



Усвояването на CO_2 е важен глобален проблем не само за очистване на богати на H_2 газови смеси, но също така и за контрол на емисиите от парниковите газове. В ИК са разработени наноразмерни слоести двойни хидроксиди на основата на преходни метали като катализатори за фино очистване от CO_2 чрез нискотемпературно метаниране. Основа на изследванията са постигане на висока каталитична активност чрез подбор на метода на получаване и модифициране на състава и структурата.

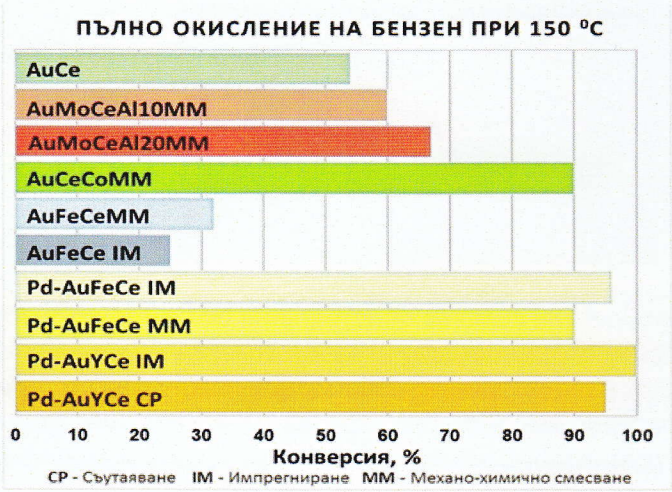


Слоестата хидроталкито-подобна структура позволява разработване на фино диспергирани нанесени наноразмерни метали или смесени оксиди като високоактивни катализатори за получаване на чисти горива: биодизел чрез метанолиза и транс-естерификация на растителни масла, както и с приложение за синтез на химикали чрез селективно дехидрогениране на леки алкани.

Интензивното развитие на водородната енергетика налага усъвършенстване на горивните елементи. Задача, по която се работи в ИК, е разработването на нова концепция за получаване на никелов керамичен анод (Ni/BCY15) за двойномембранна твърдооксидна горивна клетка, като целта е елиминиране на проблемите, възникващи при прилагане на стандартната керамична технология. Чрез нов подход за "*in situ*" въвеждане в безводна среда на метален никел в протон-проводящата анодна керамична матрица BCY15 (итрий-дотиран бариев церат) е подобрено електрохимичното поведение на Ni/BCY15, което го прави приложим като анод.

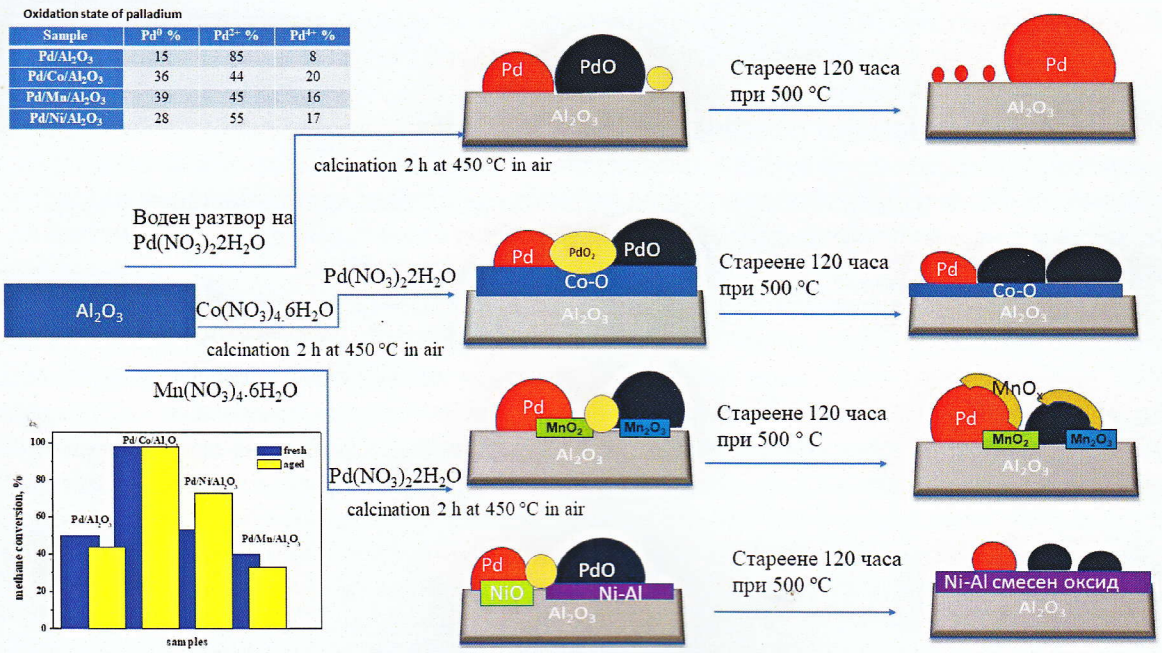
Каталитичното окисление е ефективен способ за контролиране на замърсяването на въздуха. Съгласно протокола от Гьотеборг, емисиите от летливи органични съединения (ЛОС) в Европейските страни трябва да се редуцират до 2020 г. на половина в сравнение с 2000 г. През 2013 г. ЕС предлага политически пакет „Чист въздух", който набелязва мерки до 2030 г за нама-

ляване на вредните емисии. Основните замърсители са прахови частици, SO_2, NH_3, NO_x, CO, ЛОС, CH_4. Поради високата ефективност за отстраняване на ЛОС, каталитичното изгаряне се изследва в ИК за различни приложения, като контролиране на емисиите или елиминиране на CO и ЛОС в автомобилни газове, цигарен дим, отпадъчни и странични продукти от химически производства. Голямо предизвикателство за неутрализиране на промишлени отпадъци и опазване на околната среда е разработването на нови катализатори за пълно окисление на ЛОС. Най-обещаващите каталитични състави включват нанесени благородни метали или оксиди с висока повърхност, термична стабилност, добри механични и хидродинамични свойства, достъпност и ниска цена.



Наноразмерни златни катализатори върху различни металооксидни носители показват висока ефективност както за окисление на въглеводороди и CO, така също и за неутрализиране на смеси от азотни оксиди. Понижаване на температурата за пълно окисление на въглеводороди до CO_2 и вода, което би намалило разходите за пречистване на въздух от органични замърсители, е постигнато при използването на биметални Pd-Au катализатори. Съвместни изследвания с колеги от Аграрния университет – Пловдив на модифицирани със злато нанесени смесени оксиди позволи създаването на много ефективни каталитични материали за ниско-температурно окисление на CO и органични замърсители в индустриални отпадни газове.

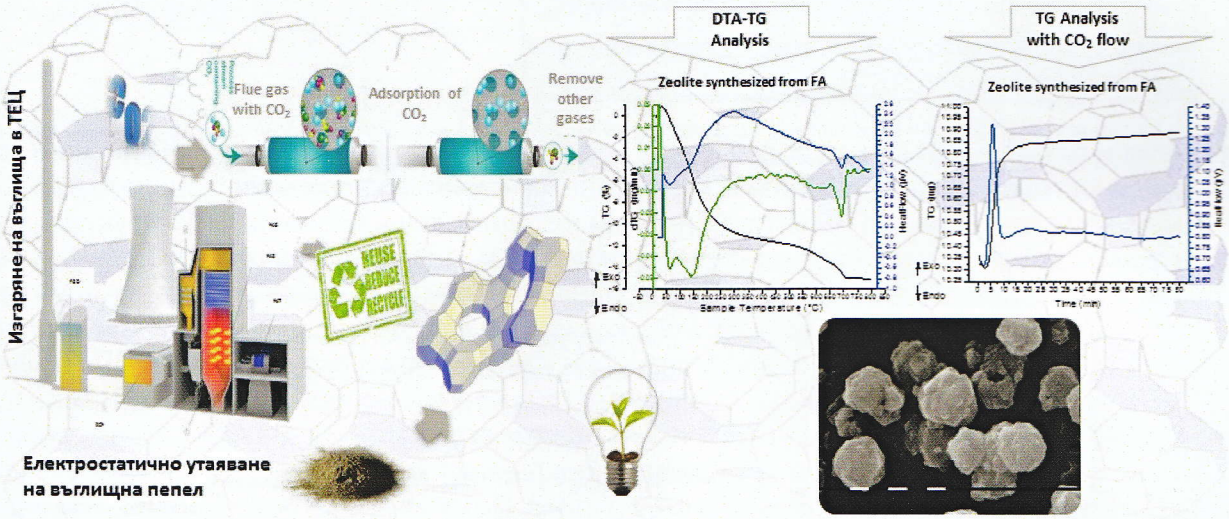
Съвместно с колектив от Института по обща и неорганична химия са разработени активни и стабилни катализатори на основата на паладий нанесен на алуминиев оксид, предварително модифициран с оксиди на преходни метали - Co, Mn, Ni. Варирани са концентрациите на оксида и паладия и последователността на тяхното нанасяне. Установено е, че най-висока каталитична активност и стабилност проявяват катализаторите $Pd+Co/Al_2O_3$. Това се обяснява с образуването Co-Al фаза на повърхността, която стабилизира фино дисперсни частици от Pd или PdO.



Пълно окисление на метан върху Pd/Al_2O_3 катализатори, модифицирани с оксиди на преходни метали

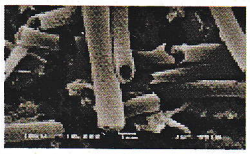
Изследванията в областта на екологичния катализ са от първостепенна важност в сътрудничеството ни с партньори у нас и от Италия, Франция, Испания, Англия, Белгия, Полша, Румъния, Русия и Индия предимно чрез двустранни изследователски договори.

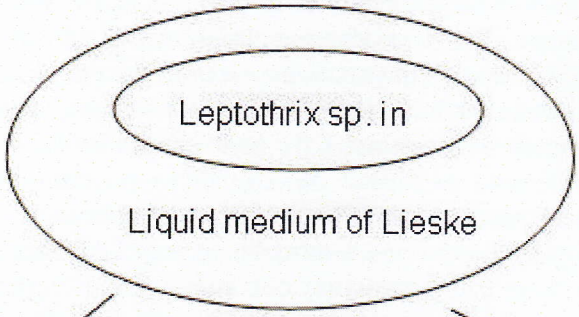
Успешно е синтезиран зеолит X от пепел, получена от изгарянето на въглища. Установено е, че адсорбционният капацитет на зеолит X по отношение на CO_2 е 60 мг/г зеолит. Този факт прави процеса на получаване на зеолит X подходящ за утилизация на пепелта. Получава се двоен екологичен ефект, тъй като точно ТЕЦ-овете са най-големите замърсители с този парников газ. Синтезират се и други зеолити – аналцим, зеолит P, зеолит LTA и содалит. Зеолитите, синтезирани от въглищна пепел, се отличават със значително съдържание на железни оксиди (γ-Fe_2O_3, α-Fe_2O_3, γ-Fe_3O_4), заедно със следи от Cu, Co, Mn, W и т.н. Това е предпоставка за тяхната добра каталитична активност. Предложен е екологичен и икономически изгоден метод за получаване на катализатори за процеси на очистване - окисление на CO и окисление на летливи органични съединения.

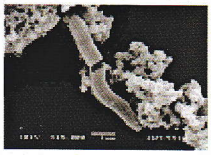


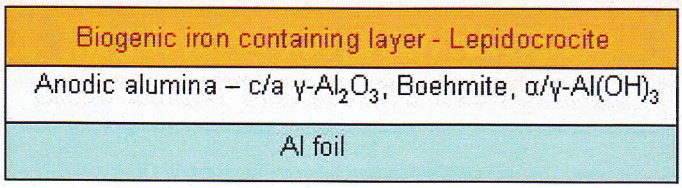
Изследват се биогенни материали, продукт от метаболитен процес на желязобактерии от рода *Sphaerotilus-Leptothrix,* синтезирани в лабораторни условия. Установено е, че в зависимост от хранителната среда, в която са инокулирани бактериите и отлагането върху различни структуриращи подложки, биогенните материали се различават по фазов състав, дисперсност, морфология, текструра, физични и каталитични свойства. Биогенните продукти са наноразмерни, с ултра- и/или фина- дисперсност и уникални магнитни свойства – суперпарамагнетизъм и колективен ефект на магнитно възбуждане. Проведените целенасочени комплексни физикохимични изследвания разкриват възможности за управление на фазовия състав на биогенния продукт и регулиране на неговите свойства. Начин за синтез на целево съединение чрез култивиране на бактерии от род *Leptothrix* е използването на определена хранителна среда, в която то се получава като единствен или преобладаващ продукт. Друг подход е внасянето в разтвора на темплейт или кристални зародиши, което би могло да насочва кристализационния процес. Култивирането на бактерии в присъствие на Al-пластини с покритие от аноден Al_2O_3 води до преимуществено отлагане на фаза от лепидокрокит γ-FeOOH. Доказано е, че ефективен метод за промяна, преобразуване и трансформация на биогенни материали е тяхното химично модифициране с оксиди на метали от преходния ред. В немодифициран вид биогенните материали притежават свойства да пречистват води замърсени с багрила, а след модифициране с Mn, Co, и Pd те проявяват и добри каталитични свойства в екологично важни реакции на окисление на CO и хексан.

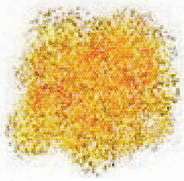
Нанонауката и нанотехнологиите са нови подходи за развитието на науката и технологиите, които имат за цел да контролират фундаменталната структура и поведението на материята на атомно и молекулно ниво. Тези полета за дейност разкриват възможност за изучаване на нови явления и получаване на нови свойства, които могат да бъдат използвани на микро и макро ниво. Укрепване на научноизследователската дейност по отношение на нанонауката, нанотехнологиите, новите материали и производствени технологии е част от европейската





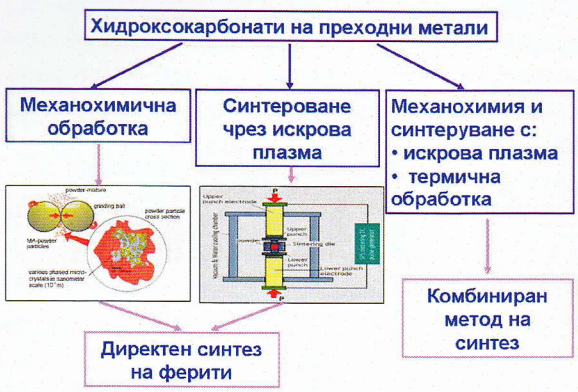




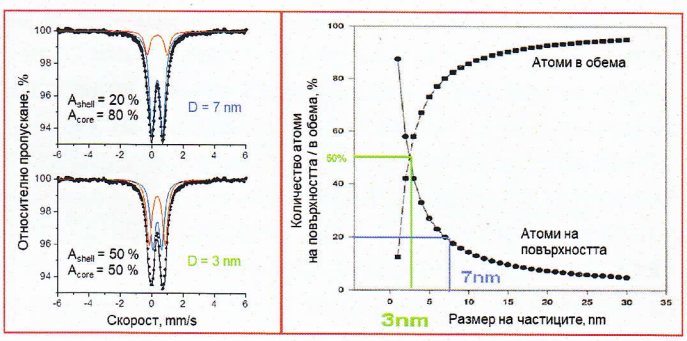


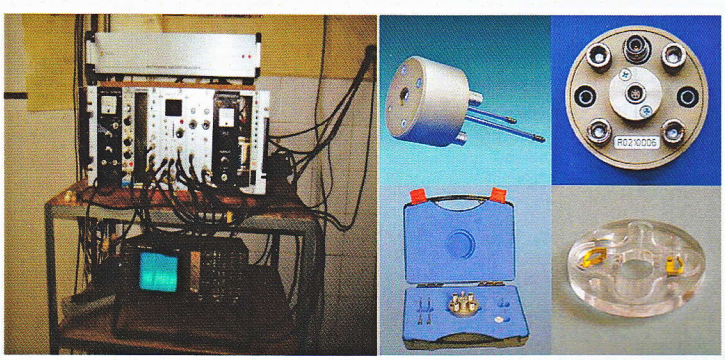
Biomass powder – α/γ-FeOOH, γ-Fe_2O_3, Fe_3O_4

стратегия и планова дейност за постигане на максимално въздействие върху обновлението в промишлеността и в същото време за стимулиране на устойчиво производство и потребление. ИК има дългогодишен опит в развитието на нови методи за получаване на наноструктурирани материали и тяхното приложение в каталитични процеси за опазване на околната среда и търсене на алтернативни енергийни източници. Наноразмерни частици от оксиди на преходни метали са синтезирани по модифициран механо-химичен метод. Това е една перспективна техника за получаването на високо реактивоспособни наночастици в окрупнен мащаб. Получените материали са каталитично активни в реакциите на разлагане на метанол и окисление на въглероден оксид, които са важни по отношение на опазването на околната среда и за производството на алтернативни горива. Тази изследователска дейност е спонсорирана от съвместни научни проекти с университети и институти от Франция, Испания, Словакия и Сърбия, както и от Фонд „Научни изследвания".



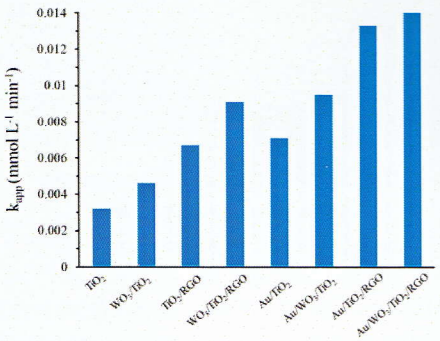
Мьосбауерова нанометрология
"core-shell"- модел



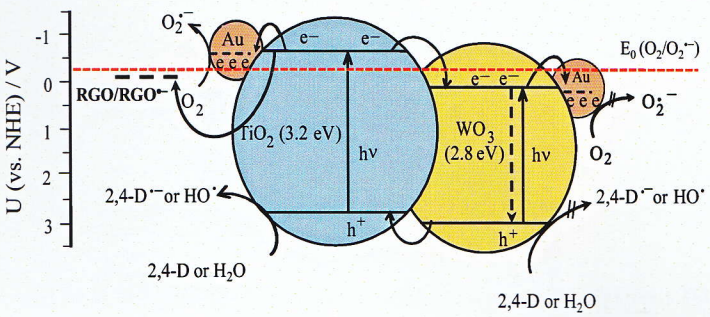


Мьосбауеров спектрометър – използва се за определяне на спиновото и валентното състояние, електронната плътност, типа на химичната връзка, симетрията на зарядовото обкръжение и координацията на йоните, фазовия състав и стехиометрията, магнитните свойства, размерни ефекти (суперпарамагнетизъм и супер-феромагнетизъм). Спектрометърът е оборудван с приставки за измерване на спектри при ниски температури, "in-situ" изследвания и детектор за регистриране на конверсионни електрони.

Изследователи от ИК участват в проектирането и разработването на нови наноструктурирани полупроводникови фотокатализатори, които използват слънчева енергия или изкуствено осветление (УВ светлина, комбинирана УВ светлина и озон, видима светлина) за очистване на води и въздух, имащи отношение към опазване на околната среда и подобряване на качеството на живот. Сред разработените наноразмерни оксидни и композитни фотокатализатори особено ефективни са композитите, включващи полупроводникови материали и редуциран графенов оксид (RGO).



Повишаване на фотокаталитичната активност на TiO_2 включен в композит $Au/WO_3/TiO_2$/редуциран графенов оксид



Разделяне на носителите на заряди в композитния фотокатализатор $Au/WO_3/TiO_2$/редуциран графенов оксид (RGO).

Озонът е ефективно избелващо средство срещу органични съединения, които оцветяват отпадъчните и питейни води. Способността му да атакува такива съединения го правят отличен агент за очистване на отпадъчни води. Озонът е способен да разрушава и други съединения с непознат произход, които формират вкуса на питейните води. При изпълнението на проекти, финансирани от Програма НАТО „Наука за мир" (NATO SfP 977986 и SfPS 982835) и двустранно сътрудничество с руски учени са изучени механизмите, чрез които озонът реагира с органичния материал. По проект с Изпълнителната агенция за насърчаване на малките и средни предприятия към Министерство на икономиката са създадени модулни „Озоногенериращи системи" за получаване на озон.

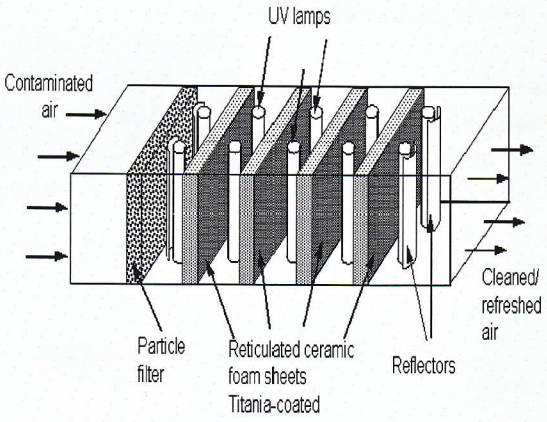


Озонатор за медицински цели

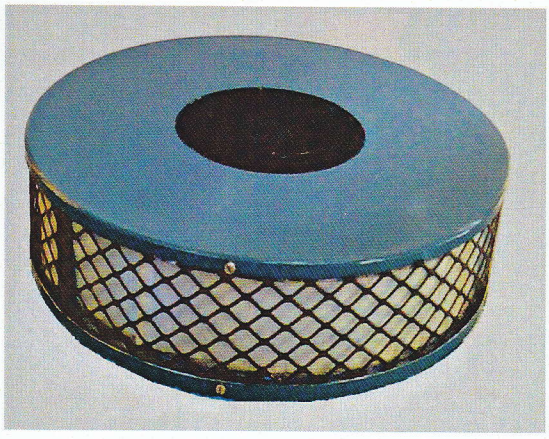
Проектирани и конструирани са лабораторни реактори и пилотни инсталации, включително суспензионни статични фотокаталитични реактори за очистване на вода, проточни и проточно-циркулационни фотореактори за очистване на въздух.

Разработени и тествани са прототипи на два фотокаталитични реактора за пречистване на въздух от органични замърсители. На базата на кордиеритови плочи от типа „пчелна пита", производство на „Техкерамик" Мездра, с покритие от титанов диоксид е конструиран монолитен фотокаталитичен реактор. Пресметнато е съотношението канал/просвет σ и въз основа на полихроматичен радиационен модел в сътрудничество с Университета в Нотингам е оптимизирана конструкцията с осветяване от двете страни на плочата (σ = 3). Разработен е и фотокаталитичен реактор за очистване на въздух в затворени помещения до 40 м^3, осигуряващ 6-кратно преминаване на замърсения въздух през осветения фотокатализаторен слой, който е изпитан успешно във фирма „АтароКлима" Пловдив.

Химичните и фотохимични реакции, основани на вътрешномолекулни трансформации, заемат съществено място в съвременните научни изследвания и развитието на новите технологии. Уникалните възможности за практическо приложение на фотохромните превръщания в оптичния запис и съхраняване на информация, за оптични превключватели, дисплеи, динамични биосензори, за акумулиране на слънчева енергия, в катализа, в оптичната електроника и биоелектроника, както и във фотосоларната и нелинейната оптика, налагат необходимостта

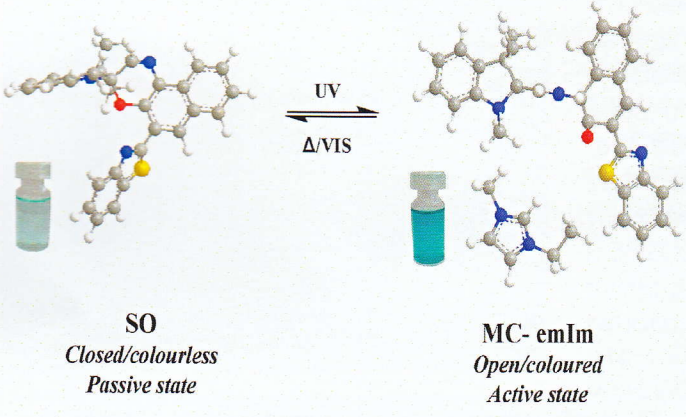


Монолитен фотокаталитичен реактор

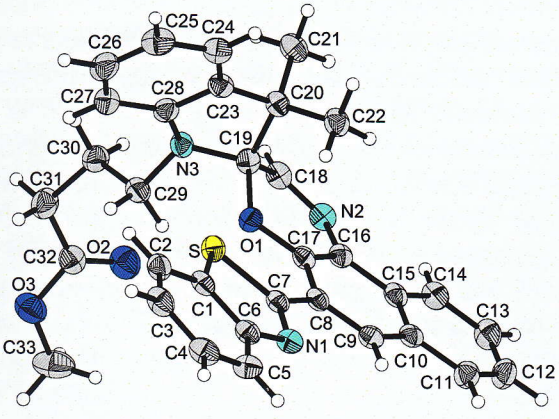


Прототип на фотокаталитичен въздухопречиствател

от синтез и изследване на нови фотохромни съединения. Получени са серии нови фотохромни съединения от групата на спирооксазините и диарилетените, които проявяват обратим фотохромизъм и значителна устойчивост към фото-разрушаване. Фундаменталните изследвания за механизма на фотохимичните превръщания и резултатите за взаимовръзката между структурата и техните свойства позволяват чрез насочен синтез да се получат съединения с характеристики, подходящи за съответното приложение.



Фотохромно превръщане и термична релаксация на спиронафтоксазин (SO) и мероцианин (MC)

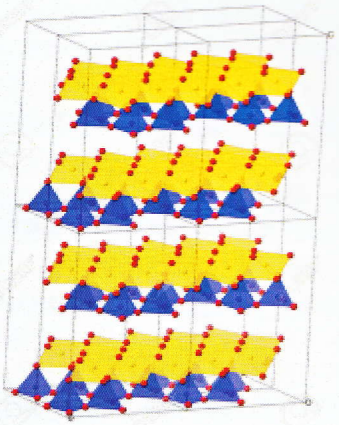


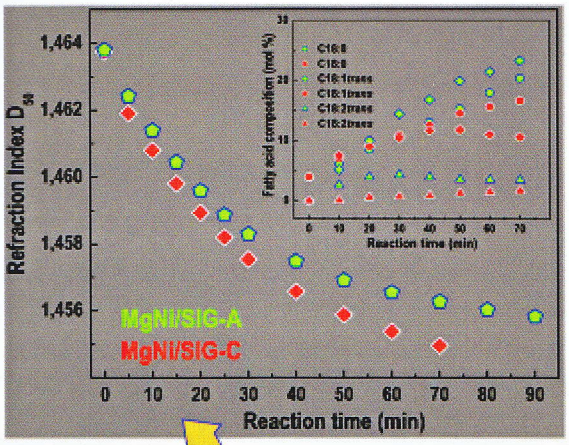
Кристална структура на спиронафтоксазин

Политиката за опазване на човешкото здраве и подобряване качеството на живот насочи изследванията на ИК в посока на дизайна на катализатори за получаване на високо качествени хидрогенирани масла и масло-продукти, използвани като суровини за хранително-вкусовата промишленост, чрез процеса на частично хидрогениране на растителни масла. Създадените наноразмерни никелови катализатори, нанесени върху природни или синтетични силикатни носители, модифицирани с добавки от сребро и магнезий, осигуряват възможност за контролиране съдържанието на наситените и *транс*-мастните киселини в хидрогенираните продукти.

Облъчването с йонизиращи лъчения намира широко приложение в различни сфери от човешката дейност. При облъчване във веществата се индуцират свободни радикали и парамагнитни дефекти, които могат да се регистрират с Електронен парамагнитен резонанс (ЕПР) спектроскопията и така да се извърши бърза и сигурна оценка на погълнатата доза. В средата на 90-те години лабораторията по ЕПР спектроскопия в ИК започва да развива темата ЕПР дозиметрия - в началото с дозиметрия посредством зъбен емайл, а по-късно с използването на т. нар. твърдо тяло/ЕПР дозиметри за високо-енергетично лъчение. Разработките за аланин са одобрени от Международната агенция по атомна енергия (МААЕ). Работата с този дозиметър крие много неточности и впоследствие са разработени т. нар. „самокалибрирани“ дозиметри,

които освен радиационно чувствителен материал, съдържат и вътрешен стандарт – Mn^{2+} магнитно разреден в MgO. През последните години темата беше значително разширена с използването на други вещества като радиационно чувствителни материали – захариди, амониев тартарат, лабораторни стъкла, аскорбати и др.

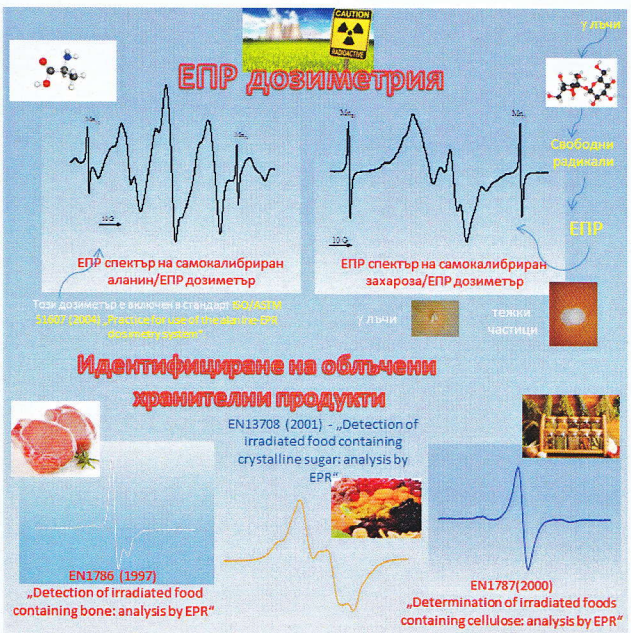


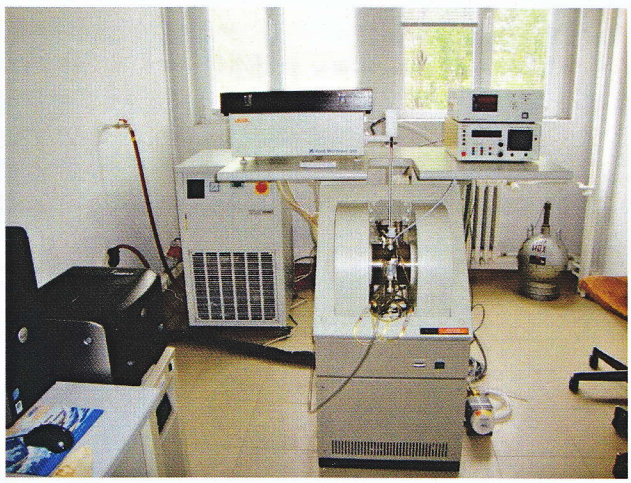


Layered 1:1 Ni-phyllosilicate
Vegetable oil hydrogenation
catalyst precursors



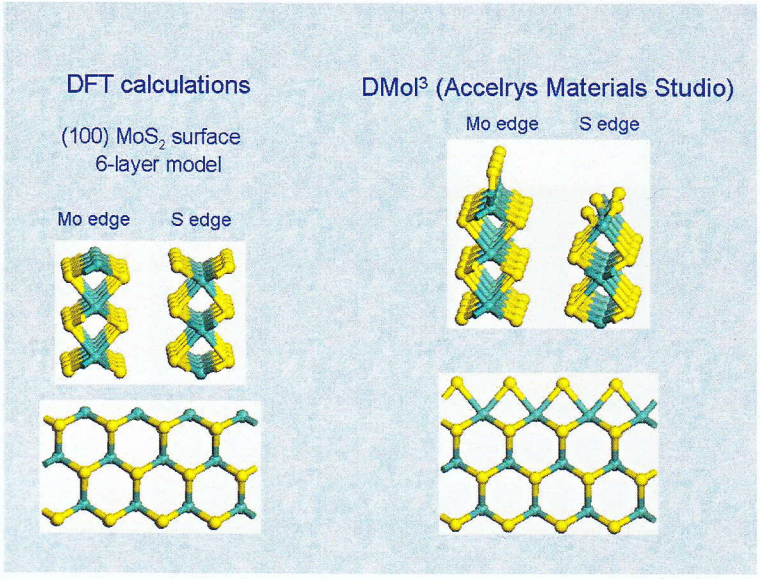
В Института се работи и по тема за идентифициране на храни, стерилизирани чрез облъчване с високо-енергетично лъчение. Три от основните стандарти за идентифициране на облъчени храни на Европейската Комисия по Стандартизация (EN) използват метода на ЕПР спектроскопията. Стандартите за облъчени храни от растителен произход притежават редица недостатъци, поради което интензивно се работи по подобряването им. Всички тези изследвания с ЕПР спектроскопия се извършват интензивно както в световен мащаб, така и в Института по катализ.





ЕПР спектрометър – Охарактеризиране на каталитични материали, структура на неподредени системи, анализ на природни и индуцирани свободни радикали, дозиметрия

Създадени са технологии за дозиметричен контрол на високоенергетично лъчение, идентифициране на облъчени хранителни продукти и определяне на антиоксидантни свойства на натурални продукти с използване на метода на ЕПР.



В ход е изследователска дейност за моделиране на междуфазова граница при материали с висока ефективност. Тази дейност е насочена към вникване в природата на процеси на атомно ниво, протичащи на повърхността, като ударението се поставя върху онези процеси, които са с най-голямо значение за обществото. Използва се модерен теоретичен инструментариум и по-конкретно квантово-химични методи, които позволяват успешно търсене на перспективни каталитични материали за различни химични реакции с екологично значение (хидроочистване, фотокаталитично разлагане на органични замърсители). Разработен е метод на основата на теорията на функционала на плътността (ТФП) за изследване на каталитични модели и твърди повърхности включително интеркалационни системи. Чрез полуемпирични и ab initio методи са пресметнати енергийни, кинетични, структурни и спектрометрични параметри на молекули и клъстери на различни системи в газообразно, течно и твърдо състояние. Изучена е реакцията на хидродесулфуриране на тиоли върху молибденов сулфид с ab initio и ТФП метода. Млади научни сътрудници и докторанти се обучават по темата: "Въведение в методите за компютърна симулация – приложения за съхранение на водород", в който са приложени нови съвременни комплексни методи за теоретично моделиране на системи за приложение в енергетиката (съхраняване на водород) и опазване на околната среда.

В ИК се разработва нова теория, наречена *boundedness*, чиято първоначална цел е разрешаването на конфликта между поведението на комплексните системи и тяхната стабилност породен от обясненията, давани от традиционната интердисциплинарна теория. Новата теория не само успешно разрешава този конфликт, но и дава основите на нов тип интелигентност, наречена семантична интелигентност, чието основно свойство е способността за автономно създаване и разчитане на информация. Създаването на устройства, притежаващи семантична интелигентност, е в пряка връзка с нано-технологиите. Друг основен резултат на новата теория е, че миниатюризацията на нано-устройствата (които също принадлежат към комплексните системи) имат специфичен долен праг, под който те не работят устойчиво. Това, обаче не е препятствие, а по-скоро стимул за разработка на нови материали. Алтернативен подход към миниатюризацията се задава от друг основен резултат на новата теория, който гласи че различните реализации на семантичната интелигентност са равнопоставени.

Подготовка на специалисти

В ИК се обръща особено внимание на развитието на научния потенциал чрез създаване на привлекателни условия за научна кариера, професионално израстване, квалификация и специализация. Учените от ИК активно участват в подготовката на дипломанти, докторанти и специалисти с изнасяне на лекции и водене на семинарни занятия. Студентите и докторантите, обучавани от наши учени, намират успешна реализация в силно конкурентното европейско научноизследователско пространство. ИК участва като партньор в съвместен проект с ИОНХ и ФХФ-СУ „Св. Климент Охридски" на тема: „Създаване на високо-квалифицирани специалисти по съвременни материали за опазване на околната среда: от дизайн до иновации" по ОП „Развитие на човешките ресурси", Европейски социален фонд. Учени от ИК взеха участие както като съръководители на 4 от модулите в работната програма и участници в Управителния съвет на проекта, така и като лектори и водещи упражнения. ИК е регистриран като работодател по проекта „Студент-

ски практики" на оперативна програма „Развитие на човешките ресурси". Научноизследователският потенциал на ИК е мобилизиран за постигане на качествено ново ниво на познанието чрез участието си като партньор в Център за върхови постижения „Мехатроника и чисти технологии".

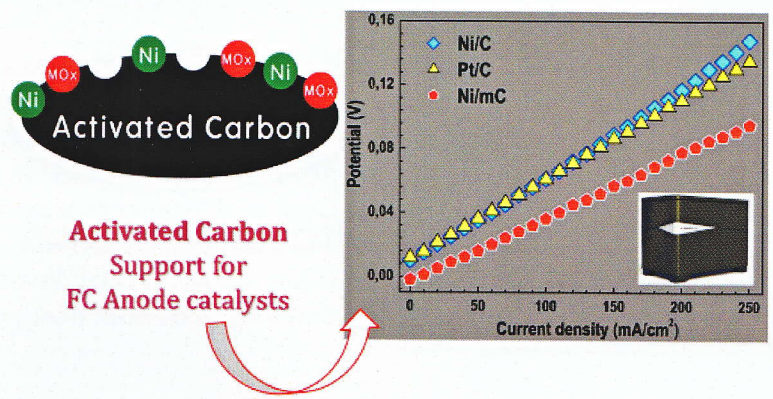
Положителен факт е наличието на тесни връзки на ИК с университети в България – ИК има рамкови договори с ХТМУ - София, Университет „Проф. д-р Ас. Златаров" - Бургас, Пловдивския университет „Паисий Хилендарски".

Сътрудничество с промишлеността

Интензивната изследователска и развойна дейност в ИК доведе до организирането на промишлено производство на катализатори в България. Изследователи от ИК взеха активно участие в работата на двете катализаторни фабрики в България в „Нефтохим" Бургас (катализатори за нефтохимически производства) и в „Химко" Враца (катализатори, прилагани в амоняченото производството), в качеството си на експерти при въвеждането на нови технологии за производство на катализатори. Над 20 технологии за производство на катализатори за азотноторовата промишленост, за нефтохимическата промишленост и за различни приложения за опазване на околната среда са разработени в ИК и внедрени в промишлено производство. ИК си сътрудничи с редица малки и средни предприятия чрез Агенцията за насърчаване на малките и средни предприятия, целящи засилване на връзките между науката и промишлеността по пътя на нововъведенията, т.е. проекти спонсорирани от Министерството на икономиката.

В ИК се работи по актуални за Европейската икономика проблеми и се провеждат изследвания върху заместването на критични суровини (суровини с висока цена и високорисково снабдяване, но от изключителна важност за европейската икономика) във високотехнологични материали, специални сплави и метал-матрични композити, работещи при критични условия (висока температура, натоварване, триене, износване, корозия) в енергийната, транспортната и машиностроителната индустрия (COST Акция CA15102 – CRM-EXTREME http://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/specific-interest/critical_bg). Методологията за изготвяне на списъка с критични за ЕС суровини периодично се обновява и публикува от Европейската комисията като се интегрират всички аспекти на производство, приложения, търговия, замяна, рециклиране и следващо използване на тези материали (циркулярна икономика). Съвместната работа на учени от ИК с водещи експерти в областта на заместване на критичните суровини дава възможност за участие в ключови инициативи за търсене и внедряване на иновативни решения, популяризира нашата дейност и постижения, идентифицира добри практики и посочва възможните по-нататъшни действия за реализиране на съответните политики на ЕС. ИК непрекъснато повишава опита и уменията на сътрудниците си в търсене на сътрудничество на научните организации с промишлеността, целящо стратегическо партньорство.

В рамките на договор между ИК и външен възложител израелската фирма GenCell LTD (Петах Тиква) е създадена иновативна технология за получаване на катализаторни композиции на база неблагородни метали като заместители на традиционно използвания и скъпо струващ Pt/C аноден катализатор за алкални електролитни клетки. Съставът и синтезът на катализаторните композиции са защитени с патент "Nickel-based catalyst for fuel cell", Publ. No US 2017/0263942A1. Разработеният нов аноден катализатор е внедрен, синтезира се в производствен мащаб и е включен в генераторна система G5, търговски продукт на фирмата. С последвалите изследвания е постигнато подобряване продължителността на работа на катализатора, както и понижаване на неговата цена, чрез модифициране на състава и носителя. Това усъвършенстване на



дизайна води и до значително по-висока активност спрямо тази на класическия Pt-съдържащ аноден катализатор. Разработена е и технология за производствен синтез на модифицирания носител.

Международно сътрудничество

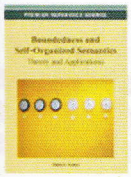
Учените от ИК провеждат изследвания в сътрудничество с изявени изследователи от чужбина, което допринася за високо научно качество. Междуакадемичното сътрудничество обхваща голям брой проекти с партньорски организации от Полша, Чехия, Словакия, Латвия, Румъния, Испания, Италия, Сърбия, Турция. Русия. Темите на проектите са в областта на приоритетните научни направления - екология, зелена химия, енергетика, нови материали. В чужбина ИК има сключени рамкови договори с университетите: Московски държавен университет „В. М. Ломоносов", Институт по катализ „Акад. Г. К. Боресков" при Сибирското отделение на РАН – Новосибирск, Институт по биохимична физика „Акад. Н. М. Емануел" на РАН – Москва, Институт по органичен катализ и електрохимия – Алмаати „Акад Д. В. Соколски" – Казахстан, Институт по неорганична химия към ЛАН – Латвия, Федерален университет на Сан Карлос, Сао Паоло (Бразилия), Институт по катализ и нефтохимия, Мадрид, Испания, Факултета по неорганична химия към университета в Севиля, Испания, Университета du Littoral-Côte d'Opale (UCEIV), Dunkerque, Франция. Сключено е споразумение със САБИК, Саудитска Арабия за подготовка на кадри. Подписан е Меморандум за разбирателство между ИК и Кувейтски институт за научни изследвания (КИНИ).

В ИК се работи по проекти, финансирани от ФНИ в рамките на Двустранно научно-техническо сътрудничество с Китай, Франция, Русия, Словакия и Индия.

Учените от ИК се стремят да разширят научното сътрудничество най-вече със страните от ЕС по линия на рамковите програми, програма Еразъм, но също така и по линия на програми на НАТО, ООН и други международни организации. ИК участва активно в проекти по програма COST (D36/003, CM 0903/WG02, CM 1104/WG03, CA15102). Изпълняваният в момента проект CA15102- CRM-EXTREME на тема: „Решения за критични суровини, използвани в материали, работещи при екстремни условия", е насочен към изследвания върху заместването на критични суровини за европейската икономика във високотехнологични метали и сплави (http://www.crm-extreme.eu/). Основна цел на проекта е търсенето и директното внедряване на иновативни решения, които да повишат конкурентноспособността на европейската икономика. Той включва изследвания на всички етапи от получаването, изследването и рециклирането на материалите чрез тяхното моделиране, пълно охарактеризиране и тестване в реални работни условия. Проектът е добър пример за силни български позиции в COST акция за провеждане на научни изследвания за охарактеризиране на материалите с пряка връзка с търсенето на нови технологични решения и иновациите. Домакинството на научни мероприятия по проекта е свързано с укрепване на международно сътрудничество и популяризиране на възможностите за заместване на критичните материали.

Публикационна дейност

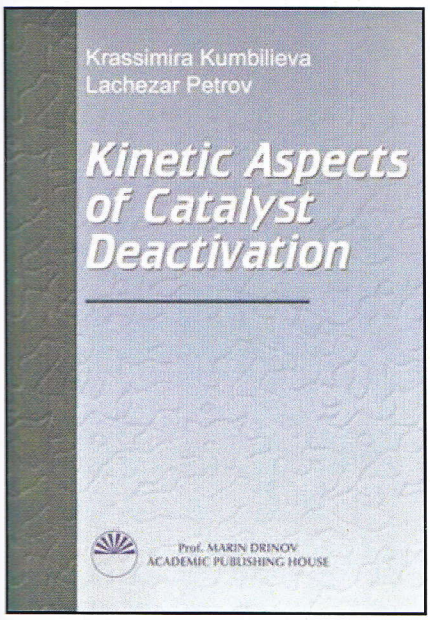
Стремежът на изследователите от ИК е да публикуват резултатите от научната си дейност предимно в индексирани научни списания. Ежегодната научна продукция обхваща публикации в международни списания, които са сред най-реномираните в областта на катализа (категория Q1), като Applied Catalysis A, Applied Catalysis B, Journal of Catalysis, Catalysis Today, Catalysis Letters, Catalysis Communication, Dyes and Pigments и др.). Няколко високоцитирани статии на автори от ИК, които формират H-индекса на Академията, са оповестени в рубриката *„БАН в световната наука"* на интернет страницата на БАН. Учени от ИК са автори на книги, глави от книги или редактори на книги, публикувани от престижни издателства.

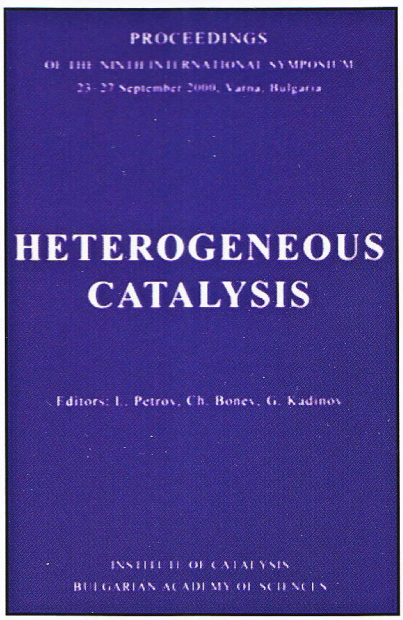


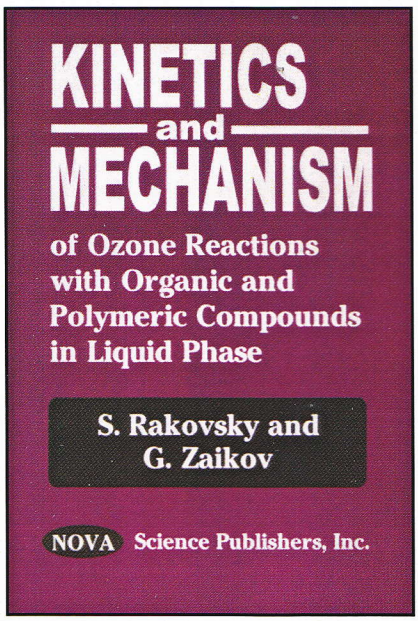
Boundedness and Self-Organized Semantics: Theory and Applications

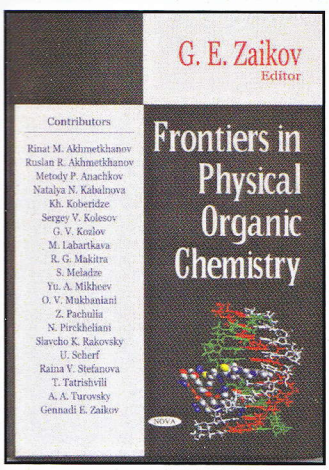
Maria K. Koleva

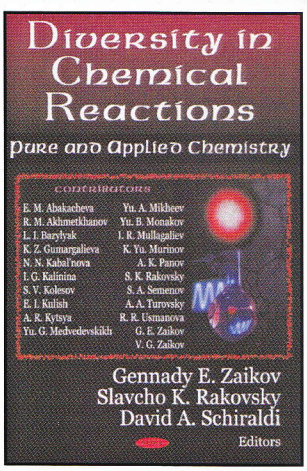
www.igi-global.com/book/boundedness-self-organized-semantics-theory/67417

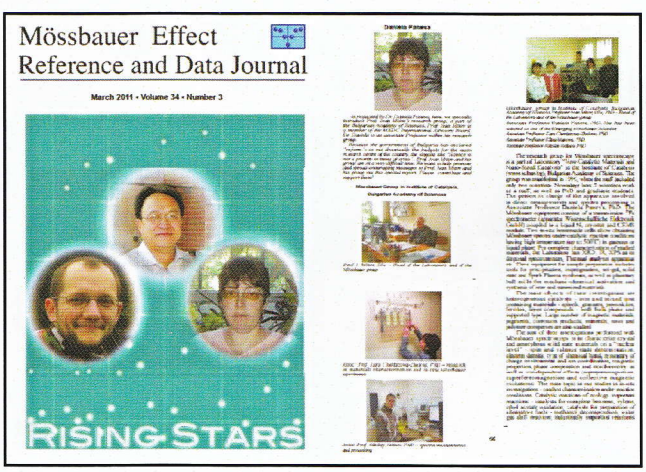


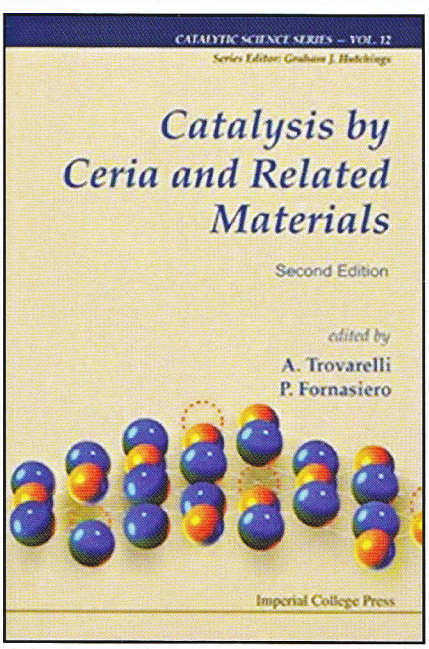


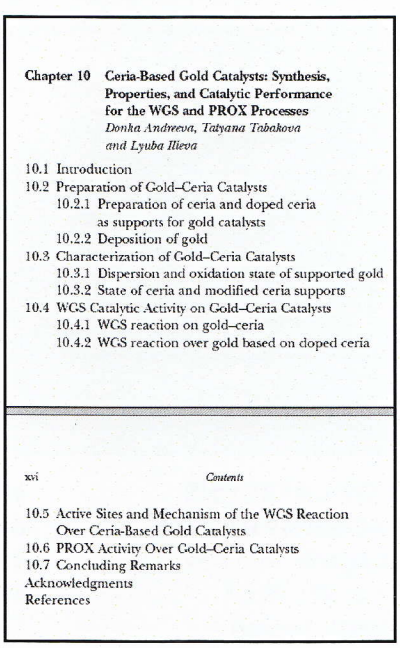








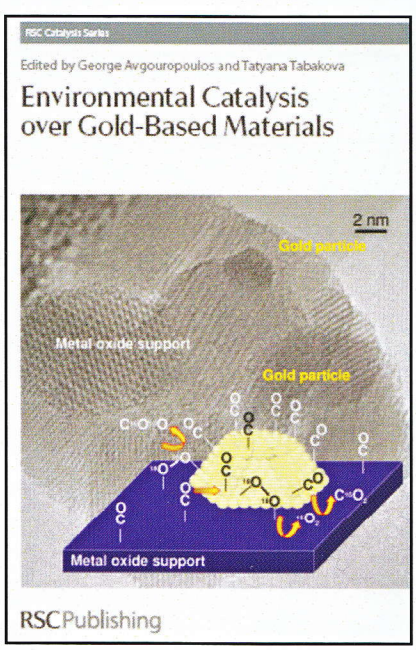




Chapter 10 Ceria-Based Gold Catalysts: Synthesis, Properties, and Catalytic Performance for the WGS and PROX Processes
Donka Andreeva, Tatyana Tabakova and Lyuba Ilieva

10.1 Introduction
10.2 Preparation of Gold–Ceria Catalysts
10.2.1 Preparation of ceria and doped ceria as supports for gold catalysts
10.2.2 Deposition of gold
10.3 Characterization of Gold–Ceria Catalysts
10.3.1 Dispersion and oxidation state of supported gold
10.3.2 State of ceria and modified ceria supports
10.4 WGS Catalytic Activity on Gold–Ceria Catalysts
10.4.1 WGS reaction on gold–ceria
10.4.2 WGS reaction over gold based on doped ceria

10.5 Active Sites and Mechanism of the WGS Reaction Over Ceria-Based Gold Catalysts
10.6 PROX Activity Over Gold–Ceria Catalysts
10.7 Concluding Remarks
Acknowledgments
References





INSTITUTE OF CATALYSIS
BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES
1113 Sofia, Bulgaria
Tel/fax: (+359 2) 971 29 67
E-mail: icatalys@ic.bas.bg

ИНСТИТУТ ПО КАТАЛИЗ
БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
1113 София
Тел/факс: (02) 971 29 67
Ел. поща: icatalys@ic.bas.bg