



Создание химических школ НТУ «ХПИ» и результаты их научных исследований

г. Харьков, 17.05.2017 г.

**Член-корреспондент НАН Украины Товажнянский Л.Л.,
проф. Лобойко А.Я., проф. Гринь Г.И.,
проф. Ведь В.Е., проф. Слабун И.А.**



XIX век – основание Харьковского практического технологического института (1885 г.)

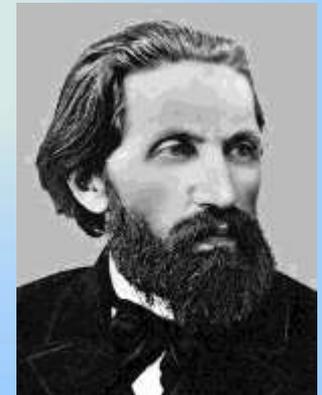
Развитие **химии и химической технологии** способствовало быстрому росту числа промышленных предприятий царской России. Строились **железные дороги, фабрики, шахты, заводы, предприятия транспорта и сельского хозяйства.**

Крупным научным и промышленным центром стал **Харьков**. К 1871 г. в городе работало более **70 предприятий.**

Промышленность нуждалась **в технологах** и других инженерных кадрах.

Поэтому **15 сентября 1885 г.** был открыт **второй технологический институт** – Харьковский практический технологический институт, который в 1898 г. был переименован в Харьковский технологический институт.

Первым ректором был назначен **проф. Кирпичев В.Л.**



Ученые университета, включенные в книгу «5000 выдающихся личностей мира»



Академик Орлов Е.И. был выдающимся **химиком-технологом**. Область его научных интересов – **кинетика химических реакций и катализ, производство формальдегида, соды, серной кислоты, хлора, силикатов**.

В 1908 г. впервые показал возможность получения **высших углеводородов** из смеси оксида углерода (CO) и водорода (H_2), осуществил синтез этилена из этих веществ.



Академик Атрошенко В.И. создал научную школу технологии связанного азота – **теоретические основы химической технологии** в области производства **азотной кислоты, аммиака, метанола** и минеральных удобрений (кинетика, термодинамика, равновесие, производительность данных процессов).

За разработку энерготехнологического агрегата производства азотной кислоты под давлением 0,716 МПа удостоен звания **Лауреата Государственной премии**.

Ученые университета, включенные в книгу «5000 выдающихся личностей мира»



Академик **П.П.Будников** создал школу в области химии и технологии силикатов. Область научных интересов: **термодинамика, кинетика, механизмы реакций в твердых и жидких фазах**. Синтезировал огнеупоры из чистых оксидов. Создавал материалы для изготовления деталей ракетных двигателей, ядерных топливных элементов. **Лауреат многих Государственных премий.**



Академик **А.С.Бережной**, химик-технолог, ученый в области физикохимии силикатов, **разработал технологию получения форстеритовых и шпинельных огнеупоров.**

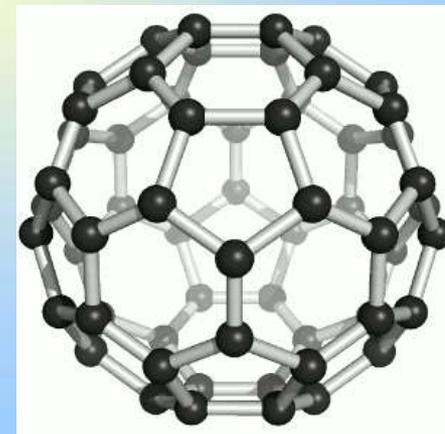
Им создана теоретическая основа жаростойких материалов, получения специальных огнеупоров.

Химическая технология – основа для создания новых материалов с заданными свойствами

На базе **химической технологии** создаются: крупнотоннажные производства **аммиака, азотной, серной и фосфорной кислот, производства минеральных удобрений, производства синтетического каучука, пластмасс, красителей, спиртов, органических кислот** и др.

Химическая технология **предлагает** другим отраслям множество уникальных материалов, в том числе **нитрид бора, искусственные алмазы, химические волокна, электрокерамику, полупроводниковые материалы, современные материалы фуллерены, графены, квазикристаллы.**

Химическая переработка каменного угля, нефти, сланцев обеспечивает промышленность **коксом, минеральными маслами, топливом и горючими газами.**



Гетерогенные катализаторы в технологиях связанного азота

Кафедра химической технологии неорганических веществ, катализа и экологии

В химических производствах более **86% процессов являются каталитическими**. Катализаторы ускоряют процессы и повышают их эффективность, поэтому разработка новых катализаторов – одна из важнейших проблем современного химического производства.

В университете **разработаны технологии следующих катализаторов:**

- **среднетемпературной конверсии** CO водяным паром для получения водорода, который исключает применение сульфатного сырья, которое является источником занесения яда в низкотемпературный катализатор;
- **серебряного катализатора** окислительной конверсии **метанола в формальдегид** (Ag – активный компонент, до 20 % вместо 40 %, пемза – носитель);
- **катализаторы на основе кластеров платины** для очистки отходящих газов от No_x , CO и углеводородов (Pt – активный компонент, носитель – металлический титан, покрытый пленкой TiO_2);
- **неплатиновый катализатор** для окисления аммиака;
- созданы **катализаторы на базе растворной керамики** и металлов **4d-переходных элементов** для нейтрализации вредных газовых выбросов.

Теоретические основы создания III степени низкотемпературной конверсии углерода (II) агрегата синтеза аммиака мощностью 1420 т NH₃ в сутки

Химическая технология неорганических веществ, катализа и экологии
Кафедра интегральных технологий, процессов и аппаратов

Кинетическое уравнение конверсии оксида углерода (II) на низкотемпературных медьсодержащих катализаторах

$$r_{CO} = k \cdot \left[\frac{b_{H_2O} \cdot P_{H_2O} \cdot P_{CO} - \frac{1}{K_P^{P,T}} \cdot b_{CO_2} \cdot P_{CO_2} \cdot P_{H_2}}{(1 + b_{H_2O} \cdot P_{H_2O} + b_{CO_2} \cdot P_{CO_2})} \right], \left[\frac{\text{моль CO}}{\text{м}^3 \text{кат.} \cdot \text{с}} \right],$$

где $k = k_0 \cdot e^{-\frac{E}{RT}}$, $\left[\frac{\text{моль CO}}{\text{м}^3 \text{кат.} \cdot \text{с} \cdot \text{МПа}} \right]$, **К-СО:** $k_0 = 1,62 \cdot 10^{12} \frac{\text{моль CO}}{\text{м}^3 \text{кат.} \cdot \text{с} \cdot \text{МПа}}$; $E = 69,1 \text{ кДж/моль}$;

$b_i = b_{0,i} \cdot e^{\frac{q_i}{RT}}$, $\left[\frac{1}{\text{МПа}} \right]$, **СНК-2:** $k_0 = 1,0 \cdot 10^9 \frac{\text{моль CO}}{\text{м}^3 \text{кат.} \cdot \text{с} \cdot \text{МПа}}$; $E = 68,5 \text{ кДж/моль}$;

- уменьшение количества продувочных газов в цикле синтеза аммиака на 57% (71,53 нм³/т NH₃);
- уменьшение потерь NH₃ с продувочными газами (после вымораживания);
- уменьшение расхода природного газа R_{приг} – 5155590 нм³/год (11 нм³ CH₄/ т NH₃);
- увеличение производительности агрегата АМ-76 на 60 т/сут;
- уменьшение удельных энергозатрат на 0,3 Гкал/т NH₃ (2,8%) по сравнению с обычным агрегатом АМ-76 1420 т NH₃/сут или 450000 т NH₃/год.

Государственные премии Украины в области науки и техники

**НОВЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ И ГЕТЕРОГЕННО-КАТАЛИТИЧЕСКИЕ
ПРОЦЕССЫ: РАЗВИТИЕ НАУЧНЫХ ОСНОВ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В
ХИМИИ, НЕФТЕХИМИИ И ЭНЕРГЕТИКЕ**



Институт физической химии имени Л.В. Писаржевского НАН Украины,
Институт сорбции и проблем эндозкологии НАН Украины,
Институт биоорганической химии и нефтехимии НАН Украины,
Национальный технический университет "Харьковский политехнический
институт",
Восточноукраинский национальный университет имени В.И. Даля,
АО "Северодонецкий ОРГХИМ".

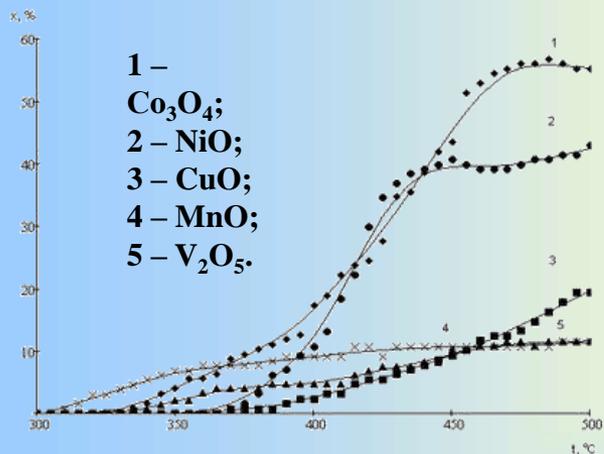
от НТУ "ХПИ" – проф. Лобойко А.Я. и проф. Гринь Г.И.

Создание блоков каталитической очистки газовых выбросов для нейтрализации мусоросжигательных установок

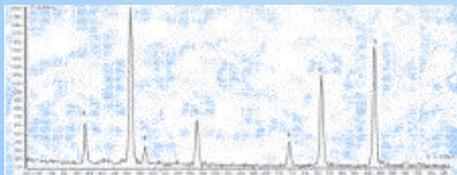
Кафедра интегральных технологий, процессов и аппаратов

Температурные зависимости степени конверсии углеводородов от значений поверхностных концентраций CuO , NiO , Co_3O_4

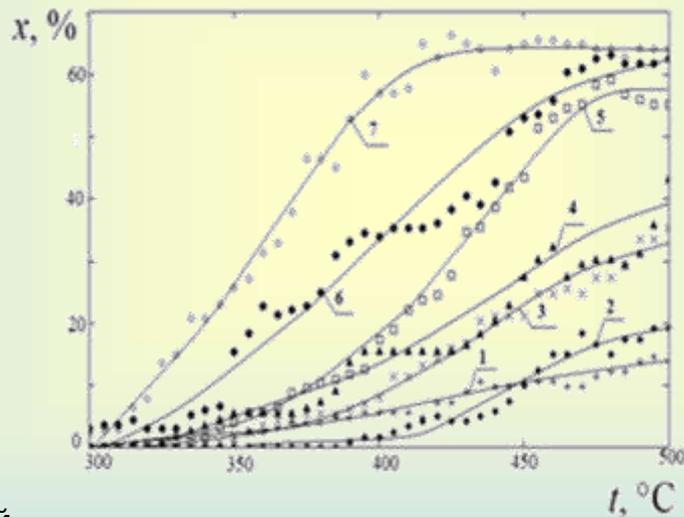
Температурные зависимости степени конверсии углеводородов (%) на оксидах переходных металлов



Дифрактограмма образцов покрытий на носителе: 1 – пики, принадлежащие Co_3O_4

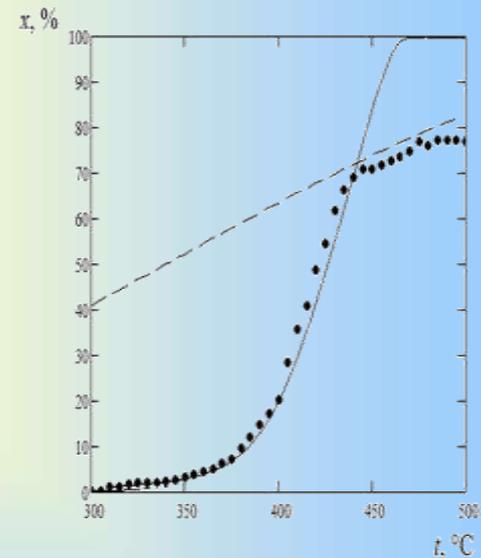


Влияние поверхностной концентрации катализатора Co_3O_4 на носителе



1 - 1 мг/см² 5 - 10 мг/см²
2 - 3 мг/см² 6 - 20 мг/см²
3 - 5 мг/см² 7 - 30 мг/см²
4 - 7 мг/см²

Модель протекания гетерогенно-каталитического процесса нейтрализации газовых выбросов



точки – экспериментальные значения x ;
сплошная линия – x_k ;
пунктирная линия – x_d .

Протекание гетерогенно-каталитического процесса превращения углеводородов

Кафедра интегральных технологий, процессов и аппаратов

Кинетическая область

$$x_k = 1 - \exp\left(-t_k \cdot \frac{273}{T} \cdot k_0 \cdot \exp\left(-\frac{E}{RT}\right) \cdot C_k^n \cdot \frac{S_k}{V_p}\right)$$

$$F=7,844$$

$$F_T=1,506$$

$$E=1,331 \cdot 10^5 \text{ Дж/моль}$$

$$k_0=3,358 \cdot 10^{-8} \text{ с}^{-1}$$

$$n=0,547$$

Диффузионная область

$$\beta = e^{m1} \cdot \text{Re}^{m2} \cdot \text{Pr}^{m3} \cdot \frac{D}{d} \cdot \ln(C_0^{CH}) \cdot C_k^{m4}$$

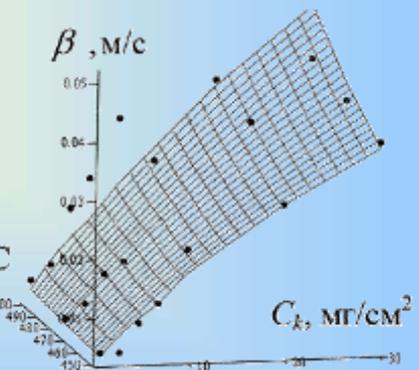
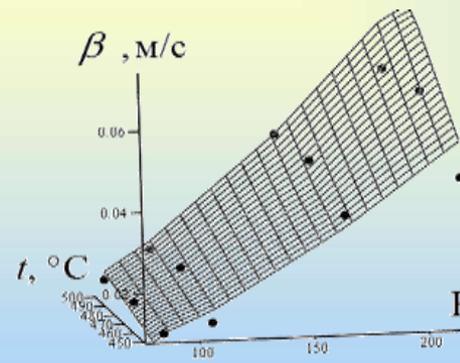
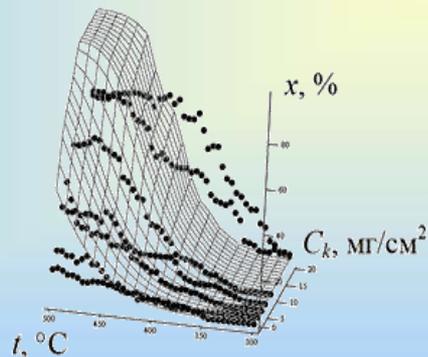
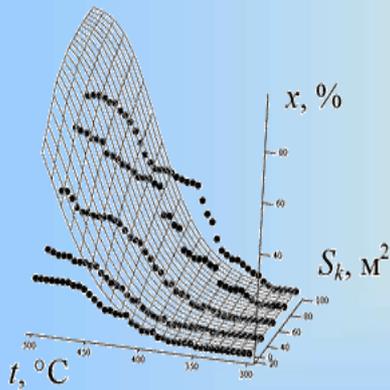
$$x_d = 1 - \exp\left(-\beta \cdot t_k \cdot \frac{273}{T} \cdot \frac{S_k}{V_p}\right)$$

$$m1 = -22,494$$

$$m2 = 1,684$$

$$m3 = 14,524$$

$$m4 = 0,586$$



Проектирование блоков каталитической очистки газовых выбросов

Кафедра интегральных технологий, процессов и аппаратов

$$N = 1,27 \cdot f \cdot F / d_0^2$$

$$d_0 = 0,02 \text{ м} \quad f = \left(\frac{0,82 \cdot d_0}{s} \right)^2$$

Концентрация углеводородов в газовом потоке



Блок каталитической очистки газовых выбросов



Носитель –
 $2\text{MnO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$

Количество токсических веществ в газовых выбросах мусороперерабатывающей установки до и после установки блоков газоочистки

Наименование компонентов	Количество выбросов, кг/ч		Степень очистки, %
	до очистки	после очистки	
Оксид углерода (II)	15,200	0,120	99,2
Полициклические ароматические углеводороды	0,402	0,008	98,0
Хлорсодержащие углеводороды	0,101	0,002	98,0
Предельные углеводороды C ₃ –C ₂₀	1,514	0,015	99,0
Бенз(а)пирен	$0,135 \times 10^{-5}$	$0,4 \times 10^{-8}$	99,7

Схема мусороперерабатывающей установки производительностью 100 кг/ч морского порта г.Херсон (НПО «Технология» СВЦ НАН Украины)



1 – камера сжигания отходов;
2 – камера нейтрализации.

ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ ФОРМАЛЬДЕГИДСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД

Кафедра общей и неорганической химии

Разработана технология очистки **формальдегидсодержащие сточные воды** (ФСВ), которые образуются при синтезе метанола, формальдегида (ФА) и формальдсодержащих смол. Содержание ФА в ФСВ в тысячи раз превышают ПДК (0,05 мг/дм³).

Данная технология основана на **жидкофазном каталитическом окислении ФСВ** (катализатор $\text{Ce}_{0,23}\text{Mn}_{0,77}\text{O}_2$) и **более эффективна и менее энергозатратна** по сравнению с методом альдольной конденсации:

- снижается температура процесса с 96 °С до 65 °С;
- повышается степень очистки по ФА с 80% до 99 %, т.е. практически до норм ПДК;
- обеспечивается рН на уровне 6,5 – 7,5;
- в 10-15 раз снижается химическое потребление кислорода;
- отпадает необходимость разбавления сточных вод после их очистки для обеспечения норм ПДК по ФА.



РАДИОПРОЗРАЧНЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Кафедра технологии керамики, огнеупоров, стекла и эмалей

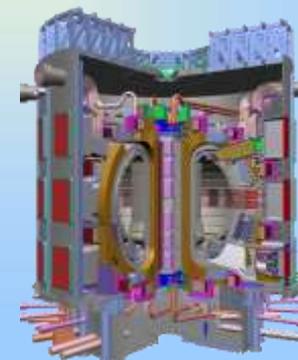
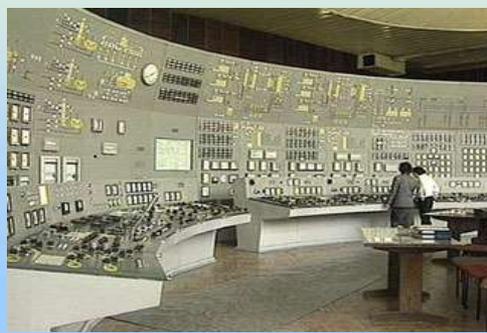
Разработаны композиции, которые обеспечивают низкотемпературный синтез стронциевой и цельзиановой керамики для изготовления обтекателей летательных аппаратов, радиопрозрачных в широком диапазоне рабочих температур и длин волн благодаря максимальному пропуску электромагнитного излучения радиочастотного диапазона. Разработанные материалы обеспечивают эффективную защиту электронного оборудования в условиях высоких температур, механических и эрозионных нагрузок, резких изменений температуры. Новизна разработки подтверждена патентом Украины № 96524.

Область использования - производство космической и авиатехники, а также военно-промышленный комплекс Украины.



РАДИАЦИОННОСТОЙКИЕ ЦЕМЕНТЫ

В отличие от материалов, которые используются в настоящее время, разработанные цементы могут быть применены в условиях одновременного действия γ -излучения и повышенных температур, обеспечивая стабильность функционирования сложных технологических систем. Толщина пласта половинного ослабления ионизирующего уменьшена в 1,5 - 2 раза.



Основные направления разработок стеклопокрытий, керамических и стеклокерамических биоактивных материалов медицинского назначения

Лаборатория стекла, эмалей и защитных покрытий

Для заполнения костных дефектов на основе гидроксиапатита



Кальцийфосфатные керамические и стеклокристаллические материалы для челюстно-лицевой хирургии

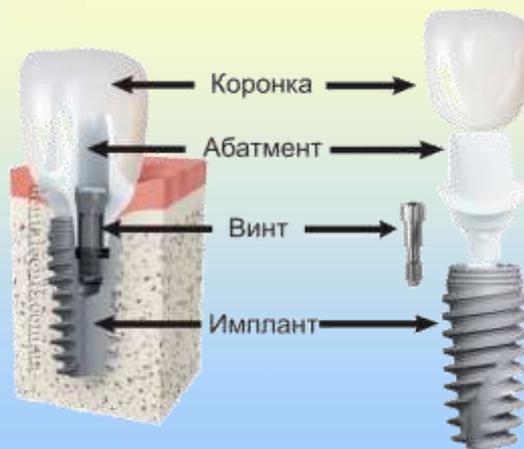


Биоактивные покрытия по титану в ортопедии и в дентальной имплантологии

Статическая нагрузка



Динамическая нагрузка

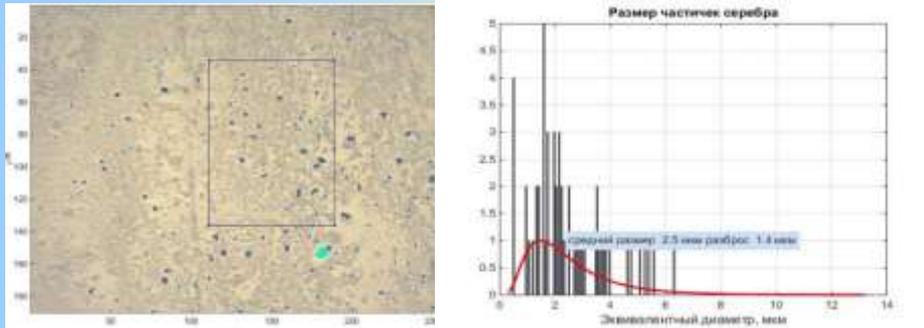


ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ТОНКОДИСПЕРСНЫХ ПОРОШКОВ СЕРЕБРА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ ПАСТ

Кафедра технической электрохимии

Уникальная микроструктура **ультрадисперсных порошков**, особенности их микрогеометрии, **высокая удельная поверхность**, энергонасыщенность, позволяют создавать на их основе **электропроводящие клеи и пасты**.

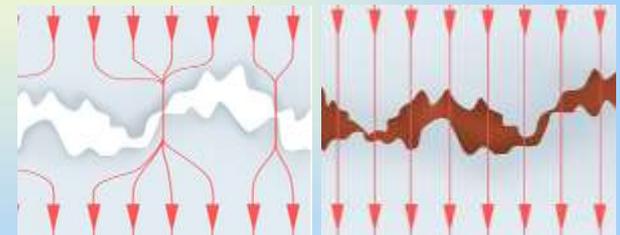
Обработка микрофотографий серебряного порошка



Использование ультрадисперсных порошков



При нанесении электропроводящей пасты частицы металлического порошка заполняют впадины микронеровностей поверхности, способствуя увеличению площади фактического контакта и, соответственно, эффективной площади токопередачи. **В результате сопротивление контакта снижается и сохраняется стабильным в процессе эксплуатации.**



а – схема электрического контакта;
б – механизм действия электропроводящей пасты.

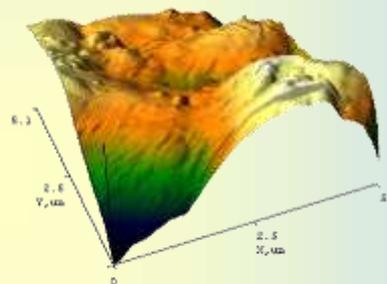
Электрохимический дизайн, диагностика и прогнозирование свойств функциональных покрытий

Кафедра физической химии

1. **Покрытие** многокомпонентными сплавами с **синергетическими свойствами** – каталитической активностью, микротвердостью, сопротивлением коррозии и абразивным износом.

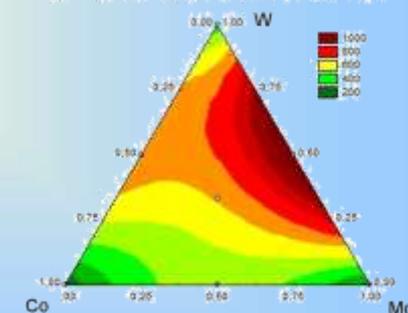
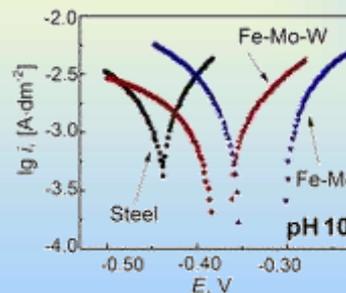


2. **Плазменно-электролитное** формирование **каталитических** покрытий на легких сплавах - покрытие $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CoO}_x$, позволяющее снизить **температуру зажигания** смеси в камерах ДВС и количество **выбросов NO_x** .



3. **Электроосаждение** бинарных и многокомпонентных **сплавов металлов семейства железа (Fe, Co, Ni)** с тугоплавкими (**Mo, W, V**) и редкими металлами (**Ti, Zr**) обеспечивает:

- высокую **коррозионную** стойкость,
- **микротвердость**, адгезию, низкий коэффициент трения,
- **каталитическую активность** в процессах электрохимического выделения **водорода** и др.



КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ С ПОНИЖЕННОЙ ГОРЮЧЕСТЬЮ НА ОСНОВЕ ПОЛИАМИДОВ

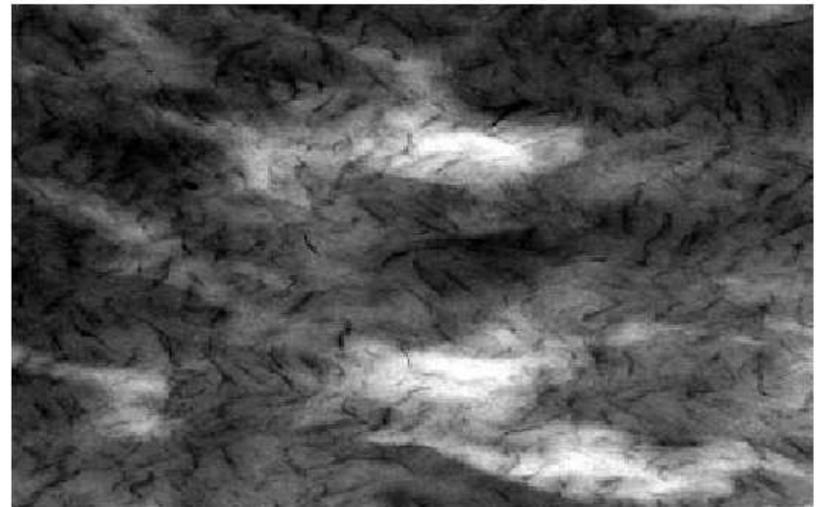
Кафедра технологии пластических масс и биологически активных полимеров

Получены полимерные композиционные материалы путем **анионной полимеризации ϵ -капролактама** в присутствии различных наполнителей (**природные и синтетические алюмосиликаты**). В качестве **катализатора** использована система - **натриевая соль ϵ -капролактама** и **ускоритель - гексаметилендиизоцианат**. В этих условиях происходит **формирование эксфолированных нанокомпозитов**, приводящих к снижению горючести на **25-30%**.

Процесс получения протекает при **170°C в течение 3-30 мин** (традиционный гидролитический длится от 15 до 20 часов).

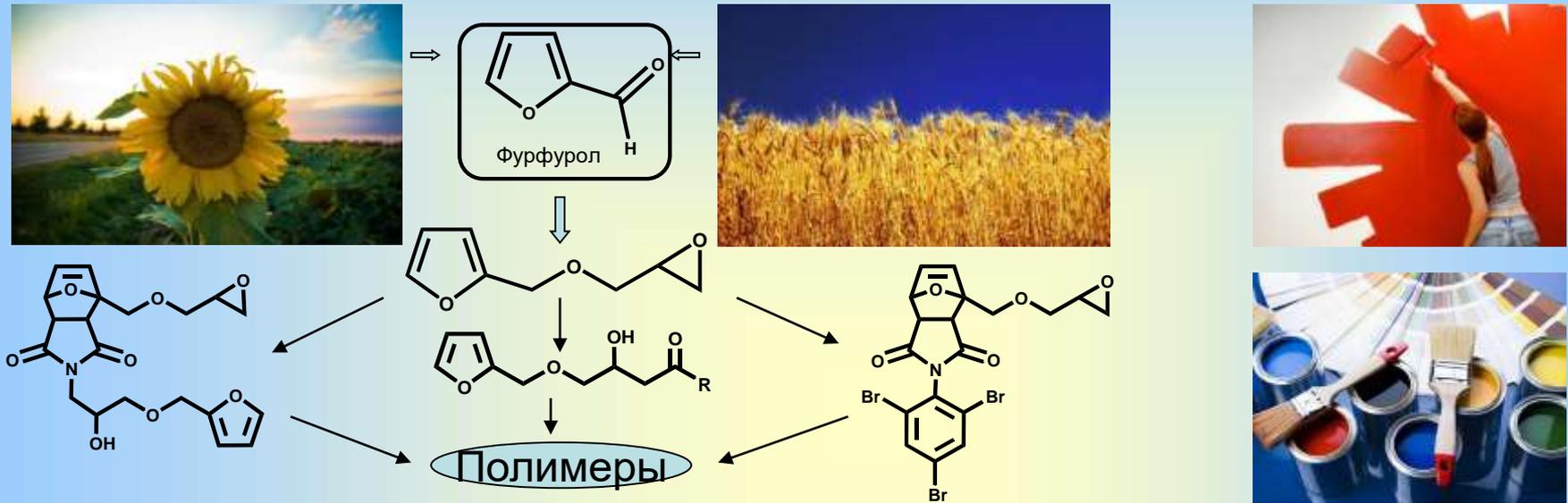
Разработанные материалы **апробированы** в условиях **Иранского полимерного и нефтехимического института** и компании «Karangun Co» (г.Тегеран, Исламская республика Иран). Объем внедрения в Исламской республике Иран составляет \$ 2 775 800 в год.

Защищены патентом Украины.



Зеленая химия

Синтез новых полифункциональных мономеров и олигомеров из возобновляемого сырья Украины Кафедра полимерных композиционных материалов и покрытий



Биомасса – ежегодно возобновляемая сырьевая база Украины – шелуха семян подсолнечника, кукурузные кочерыжки, солома и др. отходы сельского хозяйства – новые мономеры, олигомеры, полимеры, защитные покрытия и **холодно-твердеющие смеси для металлургии**.

Водно-дисперсионные краски – это краски на основе водных дисперсий полимеров (твердое в жидком). В качестве полимерного связующего используются винилацетатные, акриловые полимеры и их производные и другие.

Алкидные лаки и эмали, для производства которых используют растительные масла: подсолнечное, соевое, рапсовое, льняное, тунговое, касторовое и другие.

Технология получения кондитерских (кулинарных) жиров и создание биодизеля

Кафедра технологии жиров и продуктов брожения

Разработана новая технология кулинарных жиров, используя метод переэтерификации – обмен ацильными группами в молекулах триацилглицеринов – жиров.

При этом используются ферментные препараты как катализаторы вместо алкоголятов одноатомных или многоатомных спиртов.

Сокращается количество технологических операций и снижаются затраты на 5 - 10%.

Создание технологии биодизеля

Разработана технология **получения эфиров жирных кислот и низкомолекулярных спиртов** - биодизеля из **продуктов и отходов** масложировой (соапсток, жирный адсорбент) и **спиртовой промышленности** (сивушное масло).

Эта технология прошла опытно-промышленную проверку на стендовой установке **завода им. Малышева**.

Стоимость биодизеля вдвое ниже, чем нефтяное дизельное горючее.

Добавление полученного биодизеля к нефтяному дизельному горючему в количестве **5% - 10%** обеспечит **снижение токсичности выхлопа** дизельных двигателей **на 50% - 70%**.





**СПАСИБО
ЗА ВНИМАННЯ!**

