

7. РЕЗЮМЕТА НА НАУЧНИТЕ ПУБЛИКАЦИИ НА БЪЛГАРСКИ ЕЗИК

НА ГЛАС. Д-Р ИВАН БОГОЕВ ИВАНОВ,

ПРЕДСТАВЕНИ ЗА УЧАСТИЕ В КОНКУРСА ЗА „ДОЦЕНТ”

(ДВ бр. 55/27. 6. 2023 г.)

ПОКАЗАТЕЛ В, 3-4

1. **Pieva, L., Tabakova, T., Pantaleo, G., Ivanov, I., Zanella, R., Paneva, D., Velinov, N., Sobczak, J. W., Lisowski, V., Avdeev, G., Venezia, A.M.** Nano-gold catalysts on Fe-modified ceria for pure hydrogen production via WGS and PROX: Effect of preparation method and Fe-doping on the structural and catalytic properties. *Applied Catalysis A: General*, 467, Elsevier B.V., 2013, ISSN:0926-860X, DOI:10.1016/j.apcata.2013.07.014, 76-90. SJR:1.213, ISI IF:3.942 Q1, не оглавява ранглистата (Web of Science) , Цитати: 18, Линк: [Scopus - Document details - Nano-gold catalysts on Fe-modified ceria for pure hydrogen production via WGS and PROX: Effect of preparation method and Fe-doping on the structural and catalytic properties](#)

„Наноразмерни златни катализатори върху Fe-модифициран цериев диоксид за производство на чист водород чрез КВОВП и СелОкс: Ефект на метода на получаване и Fe-дотирането върху структурните и каталитичните свойства.“

Резюме: Две серии от дотирани с Fe (5, 10 и 20 тегл. % Fe₂O₃) цериеви диоксиди бяха синтезирани чрез методи на механо-химично смесване (ММ) и импрегниране (ИМ). Au катализатори (3 wt%), нанесени върху тези смесени оксиди, бяха тествани в КВОВП и СелОкс. Златните катализатори върху носители, приготвени от ИМ, показват по-ниска КВОВП активност, от тази на златните върху недотирани цериев диоксид. Значително по-добра производителност на КВОВП беше демонстрирана на златни катализатори върху носители, синтезирани чрез ММ. Наблюдаваните разлики в каталитичното поведение се обясняват с решаващата роля на дисперсността на златните частици, в зависимост от метода на получаване. Показаната най-висока КВОВП активност на Au₅FeCeММ катализатора се дължи на съвместната каталитична работа на Fe-модифицирания цериев диоксид и магнетита, с най-висока степен на нестехиометричност. За разлика от КВОВП, каталитичното поведение в СелОкс на златни катализатори върху носители, приготвени по двата метода, не се различава значително. Fe вероятно действа като модификатор на цериевия диоксид, тъй като не са наблюдавани промени в Fe-фазите и валентното състояние на Fe при реакцията. Наноразмерните хематитни частици, покриващи цериевите кристалини, в случая на метода ИМ, биха могли да намалят основността на цериевия диоксид, обяснявайки наблюдаваната добра и стабилна производителност в СелОкс на Au₁₀FeCeИМ катализатор, в присъствието на CO₂ и вода.

2. **Ivanov, I., Petrova, P., Georgiev, V., Batakliov, T., Karakirova, Y., Serga, V., Kulikova, L., Eliyas, A., Rakovsky, S.** Comparative Study of Ceria Supported Nano-sized Platinum Catalysts Synthesized by Extractive-Pyrolytic Method for Low-Temperature WGS Reaction. *Catalysis Letters*, 143, 8, Springer Science+Business Media New York 2013, 2013, ISSN:1011-372X, DOI:10.1007/s10562-013-1078-3, 942-949. SJR:0.823, ISI IF:2.307 Q4 (Scopus) , Цитати: 9, Линк: [Scopus - Document details - Comparative study of ceria supported nano-sized platinum catalysts synthesized by extractive-pyrolytic method for Low-Temperature WGS reaction](#)

„Сравнително изследване на наноразмерни платинови катализатори, нанесени върху цериев диоксид, синтезирани чрез екстрактивно-пиролитичен метод за нискотемпературна КВОВП реакция.“

Резюме: В статията е показан начин/метод за приготвяне на Pt/CeO₂ катализатори и изследване на каталитичната им активност в КВОВП. Катализаторите са синтезирани по лесен за изпълнение и евтин екстрактивно-пиролитичен метод. Анализът на ТПР разкри, че наличието на платинови частици повишава степента на редуция на цериевия диоксид. Морфологията на повърхността, размерът на частиците и специфичната повърхност са определени чрез ТЕМ, XRD и BET анализи. Изследванията с EPR дават доказателства за взаимодействието между метал-носител, което увеличава мобилността на кислородните аниони в кристалната решетка. Ефектите от различни работни параметри, включително температурата на слоя на катализатора, обемната скорост и съотношението H₂O/CO (пара/газ) на захранването също бяха изследвани. Беше установено, че предварителната обработка на пробите с H₂ или въздух не оказва силен ефект върху каталитичната активност. Изследванията показаха, че максимална каталитична активност се постига при образец, съдържащ 1,2 тегл.% Pt, която достига до 98% степен на конверсия на CO.

3. Tabakova, T., Ilieva, L., Ivanov, I., Zanella, R., Sobczak, J.W., Lisowski, W., Kaszukur, Z., Andreeva, D.. Influence of the preparation method and dopants nature on the WGS activity of gold catalysts supported on doped by transition metals ceria. Applied Catalysis B: Environmental, 136-137, Elsevier, 2013, ISSN:0926-3373, DOI:doi:10.1016/j.apcatb.2013.01.050, 70-80. SJR:2.088, ISI IF:7.435 Q1 - оглавява ранглистата (Scopus) , Цитати: 37, Линк: [Scopus - Document details - Influence of the preparation method and dopants nature on the WGS activity of gold catalysts supported on doped by transition metals ceria](#)

„Влияние на метода на получаване/подготовка и природата на допантите върху КВОВП активността на златни катализатори, нанесени върху дотиран с/от преходни метали цериев диоксид.“

Синтезирани са златни катализатори, нанесени върху цериев диоксид, дотиран с различни метални оксиди (Me = Fe, Mn, Sn) като са използвани два различни метода: съутаяване (CP) и механо-химично активиране (MA). Пробите бяха охарактеризирани с помощта на XRD, HRTEM, TPR и XPS. Анализите с: XRD и HRTEM разкриват разлики в средния размер на златните и цериевите частици. Както се вижда от данните за TPR, дотирането на цериевия диоксид подобрява кислородната мобилност, т.е. наблюдава се по-висок кислороден капацитет, в сравнение със златния катализатор върху недотиран цериев диоксид. Методът на получаване и естеството на приложената добавка влияят върху каталитичната активност в КВОВП. Разликите в активността на КВОВП между пробите от MA и CP бяха значителни. MA катализаторите, дотирани с Fe и Mn, проявяват по-висока КВОВП активност от недотираният Au/ceria образец и пробата, дотирана със Sn. В силно активните катализатори, съдържащи Fe или Mn, е намерена висока концентрация на Ce³⁺ йони, регистрирана чрез XPS, което съответства на по-ранно предложения модел за активните места за КВОВП.

4. Tabakova, T., Ivanov, I., Zanella, R., Karakirova, Y., Sobczak, J. W., Lisowski, W., Kaszukur, Z., Ilieva, L.. Unraveling the effect of alumina-supported Y-doped ceria composition and method of preparation on the WGS activity of gold catalysts. International Journal of Hydrogen Energy, 45, 49, Elsevier, 2020, DOI:10.1016/j.ijhydene.2019.12.199, 26238-26253. JCR-IF (Web of Science):4.939 Q1, не оглавява ранглистата (Scopus) , Цитати: 2, Линк: [Scopus - Document details - Unraveling the effect of alumina-supported Y- doped ceria composition and method of preparation on the WGS activity of gold catalysts](#)

Резюме: „Изследване на ефектите от състава на Y-дотиран цериев диоксид с нанесен алуминиев оксид и метода на получаване, върху КВОВП активността на златни катализатори.“

Изискванията за чист водород, необходим за приложенията при горивните клетки, налагат нови цели и предизвикателства за синтезиране на добре работещи катализатори за КВОВП. Катализаторите на основата на злато са показали висока активност в КВОВП реакцията при ниска температура. Приготвянето на подходящи и икономически рентабилни стабилни носители със сложен състав чрез различни процедури на синтез е атрактивен подход за подобряване на активността на КВОВП. Изследван е ефектът от два различни метода за приготвяне (мокро импрегниране или механично смесване) и съдържанието на цериев диоксид (10, 20 или 30 тегл.%) върху текстурните, структурните, повърхностните и редуктивните свойства и КВОВП активността на златните катализатори. Освен това беше изследвана ролята на Y_2O_3 като промотор на церия. Тестът за дългосрочна стабилност беше проведен при 260 °C върху най-активния катализатор. Съставът на най-добре представящата се проба (съставена от около 70 тегл.% алуминиев оксид), приготвен чрез механично смесване, се счита за обещаващ за практически приложения, поради ефективността на разходите. Комбинацията от златни наночастици и двуалуминиев оксид, нанесен върху Y-дотиран цериев диоксид се оказва изгоден подход за разработването на нови каталитични формулировки с висока ефективност при производството на чист водород.

5. [Pieva, L., Ivanov, I., Sobczak, J.W., Lisowski, W., Karashanova, D., Kaszkur, Z., Petrova, P., Tabakova, T.. Effect of support preparation method on water-gas shift activity of copper-based catalysts. International Journal of Hydrogen Energy, 47, \(97\), Elsevier, 2022, ISSN:0360-3199, 41268-41278. SJR \(Scopus\):7.139, JCR-IF \(Web of Science\):7.139 Q1, не оглавява ранглистата \(Scopus\) , Цитати: 4, Линк: \[Scopus - Document details - Effect of support preparation method on water-gas shift activity of copper-based catalysts\]\(#\)](#)

„Ефект на метода за получаване на носителя върху активността на КВОВП на катализатори на медна основа.“

Резюме: Намаляването на ефекта от глобалното затопяне и увеличаването на нуждите от източници на гориво определя използването на водород в технологията на горивните клетки като многообещаващо търсене. За тази цел, съпка за необходимото производство на чист водород е реакцията на КВОВП и дизайна на добре работещи, но рентабилни КВОВП катализатори, което показва нарастващ изследователски интерес. В настоящото изследване катализаторите, съдържащи мед (3 тегл.%), нанесени върху цериев диоксид/алуминиев оксид (30 тегл.% цериев диоксид) и Y-дотиран цериев диоксид/алуминиев триоксид (1 тегл.% Y_2O_3 по отношение на съдържанието на цериев диоксид), се приготвят чрез импрегниране (ИМ) и чрез механо-химично смесване (ММ). Ефектът от методите за синтез на носители върху производителността на КВОВП—реакцията беше обсъден като катализатора беше охарактеризиран с методите: XRD, HRTEM, XPS и H₂-TPR. Установено е, че ефектът от Y-дотирането е силно зависим от метода на подготовка на носителя, който е положителен за ММ и неблагоприятен, в случай на импрегниране. Методът ИМ предизвика образуването на повърхностна фаза с CuO, Y-допант и цериев диоксид на близко местоположение. Освен това, по-голямото количество кислородни ваканции е свързано с нередуцируеми Y^{3+} йони, които прекъсват взаимодействието на Cu -кислородни ваканции- Ce, което води както до по-ниска редуцируемост, така и до КВОВП активност. Наличието на фаза на итрий, разположена върху алуминиев оксид без цериев диоксид (в случая на ММ носителя), намалява отрицателното влияние на заместването на Se^{3+} с Y^{3+} йони. Положителният ефект на отделен Y_2O_3 може да обясни наблюдаваната най-висока производителност на КВОВП. Дългосрочните КВОВП тестове показаха добра стабилност, което подсказва, че този катализатор е обещаващ, съставен главно от алуминиев оксид и малко количество активни фази. Проучването допринася за

разработването на изгодна формулировка на добре работещи и икономически изгодни КВОВП катализатори за ефективно подобряване на чистотата на водорода за приложения в малък мащаб.

ПОКАЗАТЕЛ Г, 5-10

1. L. Ilieva, G Pantaleo, I. Ivanov, A. Maximova, R. Zanella, Z Kaszukur, A.M.Venezia, D. Andreeva, “Preferential oxidation of CO in H₂ rich stream (PROX) over gold catalysts supported on doped ceria: Effect of preparation method and nature of dopant”, *Catalysis Today*, 158 (1–2)

“Селективно окисляване на CO в богат на H₂ поток (СелОкс), спрямо златни катализатори, нанесени върху дотиран цериев диоксид: Ефект на метода на получаване и естеството на добавката.”

Резюме: Беше изследвана реакцията на СелОкс върху наноразмерни златни катализатори, нанесени върху цериев диоксид, дотиран с FeOx, MnOx и CoOx. Модифицираните цериеви носители бяха синтезирани чрез съутаяване (CP) и чрез механо-химично активиране (MA). Катализаторите бяха охарактеризирани с: XRD, HRTEM и TPR. Установено е, че при синтез чрез съутаяване се получава по-дълбоко вмъкване на добавката в структурата на цериевия диоксид, докато при механо-химичното активиране започва формирането на отделни оксидни фази в добавката (данни от XRD и HRTEM). Анализирайки резултатите от TPR беше предложено най-вероятното окислително състояние на йоните на допанта. Каталитичният тест показва, че златните катализатори върху MA-активирания носител цериев диоксид, модифициран с FeOx и MnOx, могат да бъдат избрани като най-обещаващите за СелОкс сред изследваните катализатори. Получените разлики в каталитичното поведение не могат да бъдат свързани с ефекта на златото, тъй като при използването на двата режима на получаване, високата дисперсност на златните частици беше доказана от HRTEM. Причината може да се търси в структурата на носителя и свойствата, определени от природата на добавката и от метода на получаване. Анализирайки резултатите, получени от механо-химичното активиране беше установено, че не само златото върху цериевия диоксид (модифицирано с Fe и Mn), но и златото върху отделните FeOx и MnOx фази също може да допринесе за високата СелОкс активност и селективност. Обратно на това, наличието на Co₃O₄ фаза може да бъде причината за ниската каталитична активност и селективност, регистрирани при Co-съдържащ златен катализатор, приготвен чрез механо-химично активиране.

2. D. Andreeva, M. Kantcheva, I. Ivanov, L. Ilieva, J. W. Sobczak, W. Lisowski, “Gold supported on ceria doped by Me₃⁺ (Me = Al and Sm) for water gas shift reaction: Influence of dopant and preparation method”, *Catal. Today*, 158, 69, 2010.

„Злато, нанесено върху цериев диоксид, дотиран с Me³⁺ (Me = Al и Sm) за реакцията на КВОВП: Влияние на добавката и метода на получаване.“

Резюме: Изследвани са златни катализатори, нанесени върху цериев диоксид, дотиран със Sm и Al. Изследвано е влиянието на метода на получаване, както и природата на добавките върху структурата, свойствата и активността на КВОВП. Прилаганите методи за получаване предизвикват различна степен модифициране на цериевия диоксид. В пробата, приготвена чрез съутаяване (CP) и дотирана с Al, свободните вакансии са разположени в по-голямата част от структурата на цериевия диоксид, докато в изследвания образец AuCeSmCP свободните вакансии са разположени най-вероятно около Sm и структурата на цериевия диоксид изглежда е по-добре подредена, отколкото цериевия диоксид, дотиран с Al. Установено е, че няма ясно изразена корелация между редуцируемостта и КВОВП активността на изследваните катализатори. Au 4f XPS спектрите на свежи проби разкриват по-висок принос на диспергирана форма на Au за Sm дотирани катализатори, отколкото за съответните Al дотирани проби. Ce 3d

XPS спектрите разкриват също по-висока концентрация на Ce^{3+} , оценена преди каталитичната операция за катализатори, дотирани със Sm, в сравнение със свежи проби, дотирани с Al. Изследванията чрез "in situ" FT-IR спектроскопия се съгласуват с модела на активните центрове и механизма на КВОВП реакцията, предложен наскоро от нашата лаборатория. Количеството формиатни видове, наблюдавани при AuCeSmCP, е по-високо от това при AuCeAlCP катализатора и е паралелно на каталитичната активност. По-високата концентрация на активни центрове на повърхността на AuCeSmCP катализатора улеснява дисоциацията на водата.

3. **Lyuba Pieva, Giuseppe Pantaleo, Ivan Ivanov, Rodolfo Zanellac, Janusz W. Sobczak d, Wojciech Lisowski d, Anna Maria Venezia b, Donka Andreeva** "Preferential oxidation of CO in H₂ rich stream (PROX) over gold catalysts supported on doped ceria: Effect of water and CO₂ ", *Catalysis Today, Volume 175, Issue 1, 25 October 2011, Pages 411-419.*

„Селективно окисление на СО в поток, богат на H₂ (СелОкс) спрямо златни катализатори, нанесени върху дотиран цериев оксид: Ефект на водата и СО₂.“

Резюме: Бяха изследвани златни катализатори върху механо-химично подготвени смесени цериеви носители, дотирани с FeOx и MnOx, в реакцията на селективно окисление на СО в богат на H₂ поток (СелОкс), в присъствието на 20% СО₂ и 10% H₂O. Средният размер и разпределението на размера на златните частици бяха оценени от HRTEM. От данните за свързващите енергии, изчислени с помощта на рентгенова фотоелектронна спектроскопия (РФС) бяха разграничени Au XPS състоянията при различни свързващи енергии, показани при различно заредени Au наночастици. Каталитичната активност и селективността при окисляването на СО в сух поток от H₂ е висока, но активността на СелОкс е значително потисната от добавянето на високи концентрации на вода и СО₂. Двуетапното накаливане на катализатори, първо при 400 °С и след това при 550 °С, не показва по-добро представяне в СелОкс реакцията, проведена при реалистични експериментални условия. Въпреки това, след двуетапната процедура на накаливане, бяха получени наноразмерни златни частици с висока термична стабилност върху церия, дотиран с MnOx.

4. **Reina, T.R., Ivanova, S., Idakiev, V., Delgado, J.J., Ivanov, I., Tabakova, T., Centeno, M.A., Odriozola, J.A.. Impact of Ce-Fe synergism on the catalytic behaviour of Au/CeO₂-FeOx/Al₂O₃ for pure H₂ production. Catalysis Science and Technology, 3, 3, 2013, ISSN:20444753, DOI:10.1039/c2cy20537h, 779-787. ISI IF:4.76 Q1, не оглавява ранглистата (Web of Science), Цитати: 15**

„Влияние на Ce-Fe синергизма върху каталитичното поведение на Au/CeO₂-FeOx/Al₂O₃ за производство на чист H₂.“

Резюме: В това изследване се съобщава за разработването на серия от златни катализатори, основно базирани на γ -алуминиев оксид с малка повърхностна фракция от Ce-Fe смесени оксиди. Беше изследвано каталитичното поведение в реакцията на КВОВП. С метода XRD беше регистрирано образуването на твърд разтвор между Ce-Fe, което потвърждава взаимодействието между Ce-Fe и се свързва с каталитичната активност на образеца. Най-добрият катализатор достигна конверсии на СО много близки до равновесната граница. Тестът за дългосрочна стабилност беше изпълнен като загубата на активността вероятно се дължи на междинните продукти на реакцията. Установено е, че след окислителната обработка се достига до почти пълно възстановяване на първоначалната конверсия, което подсказва, че проблемът със стабилността може да бъде преодолян чрез подходяща промяна в параметрите на реакцията, което може да подпомогне разработването на високо-ефективен катализатор за бъдещи приложения в производството и пречистването на H₂.

5. **Reina, T.R., Ivanova, S., Delgado, J.J., Ivanov, I., Idakiev, V., Tabakova, T., Centeno, M.A., Odriozola, J.A.. Viability of Au/CeO₂-ZnO/Al₂O₃ catalysts for pure hydrogen**

production by the water-gas shift reaction. *ChemCatChem*, 6, 5, WILEY-VCH Verlag, 2014, ISSN:1867-3899, DOI:10.1002/cctc.201300992, 1401-1409. ISI IF:4.556 Q1, не оглавява ранглистата (Web of Science), Цитати: 26

„Стабилност на Au/CeO₂-ZnO/Al₂O₃ катализатори за производство на чист водород чрез реакцията на КВОВП.“

Резюме: Производството на достатъчно чист H₂, за приложение в горивните клетки изисква да се разработят много ефективни катализатори за КВОВП реакцията. В това изследване, серия от златни катализатори са нанесени върху CeO₂-Al₂O₃, промотирани с ZnO и са представени като интересни системи за пречистване на H₂ потоци чрез КВОВП. Добавянето на ZnO забележително промотира активността на Au/CeO₂/Al₂O₃ катализатора. Това увеличение на активността се свързва главно с повишения капацитет на съхранение на кислород показан за Zn-съдържащите твърди вещества. Установена е не само висока активност, но и добра стабилност и устойчивост на ситуации на стартиране/изключване, което прави тези катализатори обещаваща алтернатива за приложения за очистване на CO.

6. **Ilieva, L., Petrova, P., Ivanov, I., Munteanu, G., Boutonnet, M., Sobczak, J.W., Lisowski, W., Kaszukur, Z., Markov, P., Venezia, A.M., Tabakova, T.** Nanosized gold catalysts on Pr-modified ceria for pure hydrogen production via КВОВП reaction. *Materials Chemistry and Physics*, 157, Elsevier, 2015, ISSN:0254-0584, DOI:org/10.1016/j.matchemphys.2015.03.028, 138-146. ISI IF:2.259 Q2 (Web of Science), Цитати: 3

„Наноразмерни златни катализатори върху Pr-модифициран цериев диоксид за производство на чист водород чрез КВОВП реакция.“

Резюме: Изследвана е КВОВП активността на златни катализатори върху цериев диоксид, дотиран с Pr (5 и 10 at% Pr). Носителите са синтезирани чрез метода на импрегниране (ИМ) и микроемулсия (МЕ). Златото (3 тегл.%) беше въведено чрез метода на отлагане-утаяване. Пробите бяха охарактеризирани с методите: XRD, TEM, XPS и TPR. Резултатите показаха, че каталитичната активност в КВОВП на свежи катализатори не се различава значително. След повторното окисление след първия каталитичен цикъл, активността на златния катализатор върху ИМ носител с 5 at% Pr се повишава, докато при златния катализатор върху МЕ носител, съдържащ 10 at% Pr, се регистрира значително понижение на активността му. В последния случай присъствието на много малки златни частици е отговорно за първоначалната КВОВП активност, но агломерирането им след каталитичната реакция е причина за регистрираното понижение на активността. В първия случай по-високата активност по време на втория каталитичен цикъл може да се обясни с: (i) редокс поведението на катализатора, което показва, че само в този случай най-мобилният кислород може да бъде напълно възстановен; (ii) морфологията на носителя, разкриваща по-добра кристализация на носителя след КВОВП каталитичния тест, в сравнение с наличието на частично аморфен цериев диоксид в свежия златен катализатор.

7. **Velinov, N., Petrova, T., Ivanov, I., Tabakova, T., Idakiev, V., Mitov, I.** Influence of gold presence and thermal treatment on recrystallization of copper-manganese ferrite catalysts. *Hyperfine Interactions*, 238, 72, 2017, ISSN:0304-3843, 1-9. SJR:0.368, ISI IF:0.209 Q4 (Scopus), Цитати: 0

Влияние на присъствието на злато и термичната обработка върху рекристализацията на медно-манганови феритни катализатори.“

Резюме: Настоящата работа има за цел да оцени влиянието на условията на синтез и добавянето на злато върху структурните и функционалните характеристики на медно-манганови ферити. Обект на изследването е шпинелен ферит със състав Cu_{0.5}Mn_{0.5}Fe₂O₄, термично обработен при различни условия. Изследва се феритен

образец (получен при 300°C), с цел изучаване влиянието на отлагането на златото върху структурата на феритите и каталитичните свойства в КВОВП реакцията. Структурните характеристики на пробите бяха определени чрез Мьосбауерова спектроскопия и рентгенова дифракция. Мьосбауеровите спектри на третиранни при различни температури феритни образци се състоят от секстетни и дублетни компоненти. Сравнителната оценка на кристалитния размер на феритната фаза беше завършена с изчисляване стойността на свръхфините полета. Беше установена добре изразена тенденция на нарастване на феритните кристалити с повишаване на температурата на термичната обработка. Беше регистрирано и увеличаване на размера на феритните кристалити в образеца, в присъствие на злато. Анализът на каталитичната активност в КВОВП реакцията показва неочакван резултат, т.е. активността на феритния образец, модифициран със злато беше по-ниска от тази на образеца без злато. Вероятно това се дължи на комплексни фактори, включително рекристализация на феритната фаза, поради: допълнителната термична обработка при по-висока температура, добавянето на злато, промените в структурните характеристики и фазовия състав по време на каталитичния тест.

8. Velinov, N., Petrova, T., Genova, I., Ivanov, I., Tsoncheva, T., Idakiev, V., Kunev, B., Mitov, I. Synthesis and Mössbauer spectroscopic investigation of copper-manganese ferrite catalysts for water-gas shift reaction and methanol decomposition. *Materials Research Bulletin*, 95, 2017, ISSN:0025-5408, 556-562. ISI IF:2.873 Q2 (Web of Science), Цитати: 7

„Синтез и изследване с Мьосбауерова спектроскопия на медно-манганови феритни катализатори за КВОВП и разлагане на метанол.“

Резюме: Бяха изследвани медно-манганови ферити с номинални състави $\text{Cu}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$, където $x = 0; 0.2; 0.4; 0.6; 0.8$ and 1 се синтезират по метода на зол-гел самовъзпламеняване. Наблюдавано е образуване на ферити с кубична шпинелна структура и размер на кристалитите 11–26 nm. Установено е намаляване на желязото, разположено в тетраедрични позиции с увеличаване на съдържанието на Mn във феритната структура. Пригответените феритни материали са тествани като катализатори при реакцията на КВОВП и при реакцията на разлагане на метанол (MD). Пробите са подредени според КВОВП активността в следния ред: $\text{Cu}_{0.8}\text{Mn}_{0.2}\text{Fe}_2\text{O}_4 > \text{Cu}_{0.5}\text{Mn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4 > \text{Cu Fe}_2\text{O}_4 > \text{Cu}_{0.2}\text{Mn}_{0.8} \text{Fe}_2\text{O}_4 > \text{MnFe}_2\text{O}_4$. Всички смесени медно-манганови ферити проявяват по-висока каталитична активност при разлагане на метанол, в сравнение с единичните $\text{Cu Fe}_2\text{O}_4$ и $\text{Mn Fe}_2\text{O}_4$. Регистрирана е значителна фазова трансформация с ферити под влиянието на реакционната среда, която активира образуването на действащата каталитична фаза. Образуването на магнетит или Mn-заместен магнетит се регистрира по време на КВОВП, докато железните карбиди и богатите на Mn оксиди са доминиращите фази по време на MD реакцията.

9. Munteanu, G., Petrova, P., Ivanov, I., Liotta, L.F., Kaszkur, Z., Tabakova, T., Ilieva, L. Temperature-programmed reduction of lightly yttrium-doped Au/CeO₂ catalysts: Correlation between oxygen mobility and КВОВП activity. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 131, Springer, 2017, ISSN:1388-6150 (Print) 1588-2926 (Online), DOI:10.1007/s10973-017-6475-1, 145-154. ISI IF:1.953 Q2 (Web of Science), Цитати: 11

„Температурно-програмирана редукция на дотирани с малко количество итрий Au/CeO₂ катализатори: Корелация между мобилността на кислорода и активността на КВОВП. “

Резюме: Изследвана е редуцируемостта на Au катализатори върху CeO₂ носители, дотирани с 1 и 2,5 тегл. % Y₂O₃ чрез два вида метода на приготвяне (импрегниране и съутаяване), с помощта на температурно-програмирана редукция и е сравнена с тази на чист Au/CeO₂ катализатор. Кинетичните параметри на редукцията се определят чрез симулиране на всеки редукционен процес. Капацитетът на тези катализатори да задържат кислород беше оценен чрез температурно-програмирана десорбция. Каталитичните активности в КВОВП бяха определени чрез измерване на конверсията на CO между 413 и 623 K. Каталитичните активности на всички тези катализатори бяха обяснени от гледна точка на подвижността на кислородните йони в CeO₂ решетката.

10. **Tabakova, T., Ivanov, I., Karakirova, Y., Karashanova, D., Venezia, A. M., Petrova, P., Avdeev, G., Kolentsova, E., Ivanov, K.. Promotional effect of gold on the КВОВП activity of alumina-supported copper-manganese mixed oxides. Catalysts, 8, 11, MDPI, 2018, ISSN:2073-4344, DOI:10.3390/catal8110563, 563. ISI IF:3.465 Q2 (Web of Science), Цитати: 7**

„Промотиращ ефект на златото върху КВОВП активността на медно-манганови смесени оксиди, нанесени върху диалуминиев триоксид.“

Резюме: КВОВП е добре известен промишлен процес, използван за производството на водород. През последните няколко десетилетия той отново привлече вниманието, поради необходимостта от високо пречистен водород за системи за горивните клетки. Целта на настоящото изследване беше да се разработи рентабилна и каталитично ефективна формула, която да комбинира предимствата в свойствата на оксиди на преходни метали и златни наночастици. Смесени медно-манганови оксиди, нанесени върху алуминиев оксид бяха получени чрез мокро импрегниране. Използван е методът на отлагане-утаяване за синтез на златни катализатори. Ефектът на моларното съотношение Cu:Mn и ролята на добавката на Au беше оценена чрез КВОВП. Образците бяха охарактеризирани чрез КВОВП, с помощта на физикохимични методи (прахова рентгенова дифракция, трансмисионна електронна микроскопия с висока разделителна способност, електронен парамагнитен резонанс, рентгенова фотоелектронна спектроскопия и температурно-програмирана редукция), за да се обясни връзката между структурата, редуцируемостта и каталитичното поведение в КВОВП. Каталитичните тестове показаха, че добавянето на златото има промотиращ ефект. Най-добрата активност на злато промотирания образец с по-високо съдържание на Cu, т.е. моларно съотношение Cu:Mn от 2:1 може да бъде обяснено с промотиращата роля на Au върху разлагането на шпинела и образуването на силно диспергирани медни частици по време на реакцията, като по този начин се осигурява присъствието на две силно диспергирани активни метални фази. Двуалуминиевият оксид с голяма повърхност, който беше модифициран с повърхностна фракция от смесени оксиди на Cu–Mn, благоприятства стабилизирането на фино диспергирани златни частици. Тези нови каталитични системи са многообещаващи за практически приложения, поради тяхната икономическа рентабилност, тъй като съставът включва главно алуминиев оксид (80%).

11. **Santos, J. L., Reina, T. R., Ivanov, I., Penkova, A., Ivanova, S., Tabakova, T., Centeno, M. A., Idakiev, V., Odriozola, J. A.. Multicomponent Au/Cu-ZnO-Al₂O₃ catalysts: Robust materials for clean hydrogen production. Applied Catalysis A, General, 558, Elsevier, 2018, ISSN:0926-860X, DOI:10.1016/j.apcata.2018.04.002, 91-98. ISI IF:4.339 Q1, не оглавява ранглистата (Web of Science), Цитати: 11**

„Многокомпонентни Au/Cu-ZnO-Al₂O₃ катализатори: Устойчиви материали за получаване на чист водород.“

Резюме: Производството на чист водород чрез КВОВП е ключова стъпка в разработването на процесори за водородно гориво. Беше представен дизайн на нов вид високоефективни катализатори за нискотемпературна КВОВП реакция, базирани върху модифицирани със злато медно-цинкови смесени оксиди. Тяхната активност се контролира от състава на катализаторите и синергията на Au-Cu. Използването на хидроталкидни прекурсори доведе до получаването на оптимална микроструктура, която осигурява отлична дисперсия на Au и Cu и благоприятства тяхното силно взаимодействие. От гледна точка на приложението тези материали успяват да преодолеят основния недостатък на търговските КВОВП катализатори: устойчивост на стартиране/стоп операции, задължителна предпоставка за мобилните устройства, захранвани с H₂.

12. Tabakova, T., Pieva, L., Ivanov, I., Manzoli, M., Zanella, R., Petrova, P., Kaszkur, Z.. **Structure-activity relationship in water-gas shift reaction over gold catalysts supported on Y-doped ceria. Journal of Rare Earths, 37, 4, Elsevier, 2019, ISSN:1002-0721, DOI:10.1016/j.jre.2018.07.008, 383-392. JCR-IF (Web of Science):2.524 Q2 (Scopus), Цитати: 18**

“Връзка между структура-активност при златни катализатори, нанесени върху Y-дотирани цериев диоксид в реакцията на КВОВП.”

Резюме: Използването на чист водород като източник на енергия в горивните клетки възбуди интереса към разработването на активни и стабилни катализатори за реакцията на КВОВП. Златните катализатори се доказаха като много ефективни за КВОВП, при ниска температура. Целта на настоящото изследване беше да се изследва ефектът на: (i) различни методи на приготвяне (импрегниране и съутаяване) за получаване на модифициран цериев носител и (ii) количество Y₂O₃ (1,0 тегл.%, 2,5 тегл.%, 5,0 тегл. % и 7,5 тегл.%) като допант върху активността на КВОВП на Au/CeO₂ катализатори. Разширеното охарактеризиране с помощта на: SBET, XRD, HRTEM/HAADF, FTIR, H₂-TPR и CO-TPR измервания, в комбинация с прецизна оценка на каталитичното поведение позволи да се изследват параметрите, управляващи активността на КВОВП. Катализаторите показаха много висока активност (>90% конверсия на CO) в температурния диапазон 180-220° C, с малко по-добро представяне на златните катализатори върху носители, приготвени чрез импрегниране. Намалената активност с увеличаване на концентрацията на Y₂O₃ е свързана с възпрепятстването на мобилността на кислорода, поради подреждането на повърхностните кислородни ваканции в близост до сегрегирания Y³⁺. Ефектът от предварителната обработка на катализатора и стабилността на най-добрите образци също бяха изследвани.