

GƏMİÇİLİKDƏ TƏBİƏT ELMLƏRİNİN PROBLEMLƏRİ

ORCID 0000-0003-0386-7438

NANOHISSƏCİKLƏRİN ALINMASINDA ZOL-GEL TEXNOLOGİYASI YANAŞMASI

Əhmədova R.H., Muxtarova G.S.

Akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu
AZ1025, Bakı şəh., Xocalı pr., 30
E-mail: rena_ax@rambler.ru

Xülasə. Təqdim olunan məqalədə nanohissəciklərin zol-gel texnologiyası ilə alınma metodikasının üstünlükləri müzakirə edilmiş, bu üsulun müxtəlif mərhələlərinin (ilkin maddələrdən gələ qədər) sxemi göstərilmişdir. Eyni zamanda tədqiqatçı tərəfindən zol-gel üsulunun istifadəsi ilə sintez edilmiş bəzi katalizatorlar haqqında məlumat verilmiş, onların iştirakı ilə aparılan proseslərdən bəhs edilmişdir.

Аннотация. В представленной статье рассматриваются преимущества метода получения наночастиц с использованием золь-гель технологий, а также показана схема различных стадий данного метода (от исходных материалов до геля). В то же время представлена информация о некоторых катализаторах, синтезированных с использованием золь-гель метода, и обсуждены процессы, осуществляемые с их участием.

Abstract. The presented article discusses the advantages of the method of obtaining nanoparticles using sol-gel technology and depicts the scheme of the various stages of this method (from precursors to the gel). At the same time, information about some catalysts synthesized by the researcher using the sol-gel method and the processes carried out with their participation are provided.

Açar sözlər: nanohissəciklər, katalizator, zol-gel texnologiyaları, üsul, proses

Ключевые слова: наночастицы, катализатор, золь-гель технологии, метод, процесс

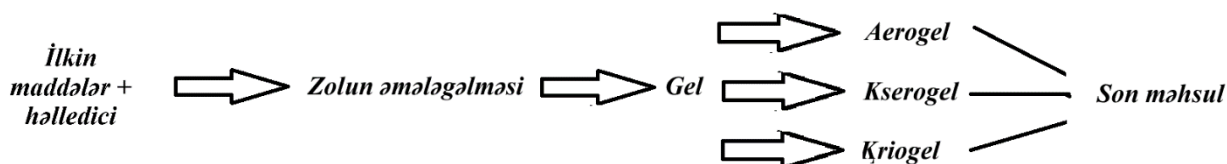
Key words: nanoparticles, catalyst, sol-gel technology, method, process

Giriş. Hazırda nanomaterial hissəciklərinin sintezi üçün buxar fazanın sıxılması, plazma, elektrokimyəvi, mexaniki legirləmə və zol-gel kimi müxtəlif üsullardan istifadə olunur. Adı sadalanan bu metodlar sırasından zol-gel metodu əsasən sənaye tətbiqi üçün istifadə olunur. Unikal xassələrinə və xüsusiyyətlərinə görə bu üsul sənaye miqyasında eyni ölçülü yüksək keyfiyyətli nanohissəciklər istehsal etməyə qadirdir. Bu metoddan istifadə etməklə ərintiləri daha asanlıqla istehsal etmək mümkündür, belə ki, müxtəlif materialların nanohissəcikləri eyni anda sintez olunur. Ərintinin iki və ya daha artıq metallik nanohissəcikləri bir mərhələdə yerinə yetirilir. Elektrokimyəvi və plazma üsullarının tətbiqi ərintilərin alınmasına istiqamətlənsə də, zol-gel metodu ilə sənaye miqyasında nanomateriallar sintez etmək mümkündür. Həm də ənənəvi üsullarla müqayisədə bu metoddan istifadə etdikdə istehsal dəyəri daha ucuz başa gəlir. Zol-gel metodu yüksək təmiz (99.99% təmizlik) eynicins kompozit və nanomateriallar almağa imkan verir. Üsulun digər metodlardan fərqli daha bir üstünlüyü onun nanomaterialları daha aşağı temperaturda alınmasını təmin etmə mümkünlüyüdür. Belə ki, qeyd olunan üsul vasitəsilə keramik və nanomaterialların sintezi 70° və 320°C temperatur intervalında (müqayisə üçün digər üsullarda bu göstərici 1400-3600°C-dir) həyata keçirilir. Zol-gel metodu kimyəvi prosesdir ki, burada müxtəlif dönməz proseslərin vasitəsilə məhsul istehsal olunur [1-3].

Zol-gel metodunun əsasını ilkin maddələrdən bircinsli zolun alınması və onun sonradan gələ çevrilməsi təşkil edir. Sonra gələn tərkibindən həlledici kənarlaşdırılır və qalan gel qurudulur.

Qurudulmuş gelin xassələri qurudulma metodundan asılıdır. Müxtəlif üsullarla qurudulmuş gellər səthlərin örtülməsi, tikinti izolyasiya materiallarının və xüsusi geyimlərin istehsalında istifadə olunur. Qeyd etmək lazımdır ki, xüsusi dəyirmanlarda geli xırdalamaqla nanohissəciklər almaq mümkündür.

Əsas hissə. Şəkildə zol-gel prosesinin ilkin maddədən aerogelin alınmasına qədər müxtəlif mərhələlərinin icmalı göstərilmişdir. Binar və üçlü hibrid sistemlərin sintezi üçün müxtəlif kimyəvi tərkibli duzların qarışığından istifadə edilir. İlkin duzlardan hər biri unikal reaksiya sürətinə malikdir. Duzların reaksiya sürəti pH, qatılıq, həlledicinin növü və temperatur kimi fərqli faktorlardan asılıdır. Yuvacıqların sıxlığından əmələ gələn polimer gel üçölçülü struktura malikdir və boşluqların birləşməsi ilə formalaşır. Gel quruduqdan sonra bərk və sərt struktur alınır. Qeyd etmək lazımdır ki, gelin qurudulma şəraitlərinə nəzarət etməklə nanoölçülü məsaməliliyə nail olmaq olar. Adi məsaməliliklə müqayisədə nanoməsaməliliyin üstünlüyü çox böyük xüsusi səth sahəsinin olması ilə izah edilir. Məsələn, nanoməsaməli karbon materialları hidrogenin saxlanması üçün istifadə olunur, ona görə hidrogen karbon materialının məsaməliliyində udulur və saxlanılır [4-6].



Şəkil 1. Zol-gel prosesinin müxtəlif mərhələlərinin (ilkin maddədən aerogelə qədər) sxemi

Şəkil 1-ə əsasən zolun əmələ gəlməsi hidroliz mərhələsindən keçməklə baş verir. Zoldan gelin alınması kondensləşmə ilə olur, aerogel, kserogel və kriogelin əmələgəlməsi qocalma və qurudulma mərhələlərindən keçir. Belə ki, gelin superkritik şəraitdə qurudulmasından aerogel, termiki qurudulmasından kserogel, donaraq qurudulmasından isə kriogel əmələ gəlir. Nəhayət, son məhsul bu gellərin közərdilməsi mərhələsindən alınır.

Zol-gel üsulunun kimyasına gəldikdə, metal alkoksidin aktivliyi, su/alkoksid nisbəti, məhlulun pH-ı, temperatur, həlledicinin təbiəti və istifadə olunan aşqar da daxil olmaqla hidroliz və kondensasiya reaksiyalarına (zol-gel prosesi) təsir edən bir neçə parametr var. Başqa bir mülahizə ondan ibarətdir ki, hidroliz və kondensasiya reaksiyalarının sürətinə və həcminə nəzarət etmək üçün tez-tez katalizatorlar əlavə edilir. Bu əmal parametrlərini dəyişdirməklə müxtəlif mikrostrukturlara və səth kimyasına malik materiallar əldə etmək olar. “Zol”un sonrakı işlənməsi müxtəlif formalarda keramika materiallarının hazırlanmasına imkan verir. “Zol” qəlibə töküldükdə nəm “gel” əmələ gələcək. Əlavə qurutma və termiki işlənmələr vasitəsilə “gel” sıx keramika və ya şüşə hissəciklərinə çevrilir. Yaş “gel”dəki maye superkritik şəraitdə çıxarılsa, “aerogel” adlanan yüksək məsaməli və olduqca aşağı sıxlıqlı material əldə edilir [5,6]. Alınan gellərin son məhsula çevrilməsi isə qeyd olunduğu kimi qurudulma mərhələsindən keçməklə həyata keçirilir.

Beləliklə, zol-gel kimyası müxtəlif spektrdə materialların alınması üçün incə yanaşmadır. O, müxtəlif kimyəvi xassələr, həmçinin geniş spektr nano-/mikrostrukturların yaradılma mümkünlüyünü təklif edir. Yaradılan materiallar eyni zamanda biotibb sahəsində də tədqiq edilmiş və məlum olmuşdur ki, onlar əhəmiyyətli dərəcədə potensiala malikdirlər. son dövrlərdə işlənilən hazırlanmış maraqlı sahələrdən biri də hibrid materialları ilə əlaqədardır. Onların qeyri-adi kompozit xüsusiyyətlərinin alınması üçün zol-gel kimyasından istifadə edilir. Zol-gellərin daha bir maraqlı xüsusiyyəti onların adi olmayan morfologiyasına əsaslanır ki, bu da mikro- və nano miqyaslarda mümkündür. Belə ki, müxtəlif uzunluqlara, geometriyaya baxmayaraq, məsamələr kimyasını nəzarətdə saxlamaq zol-gel texnologiyası ilə mümkün olmuşdur [5,6].

Nəticə. Qeyd etmək lazımdır ki, Neft-kimya Prosesləri İnstitutunun “Katalitik krekinq və piroliz” laboratoriyasında da zol-gel üsulu ilə müxtəlif müxtəlif oksidlərin (Al_2O_3 , $\text{ZrO}_2/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$) sintezinə nail olunmuşdur. Alınan katalizatorların fiziki-kimyəvi xüsusiyyətləri müasir aparatların (rentgen-faza, skanedic elektron mikroskopu, element analizi, termoqravimetrik analiz) istifadəsi ilə tədqiq edilmiş və müəyyən edilmişdir ki, məsələn Al_2O_3 nümunəsində $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ kristallitlərinin difraksiya maksimumları göstəricilərinə görə ölçüləri 4-6 nm-dir. Bu katalizatorların iştirakı ilə müxtəlif şəraitlərdə (əsasən temperaturu dəyişməklə) heksan və düz qovulma benzininin izomerləşmə prosesləri tədqiq edilmişdir.

Ədəbiyyat

1. Feinle A., Elsaesser M.S., and Hüsing N. Sol-gel synthesis of monolithic materials with hierarchical porosity // Chemical Society Reviews, 2016, v. 45, no. 12, p. 3377–3399.
2. Liao Y., Xu Y., Chan Y. Semiconductor nanocrystals in sol-gel derived matrices // Physical Chemistry Chemical Physics, 2013, v.15, no.33
3. Adam F., Chew T. S., Andas J. “A simple template-free sol-gel synthesis of spherical nanosilica from agricultural biomass // Journal of Sol-Gel Science and Technology, 2011, v.59, no. 3, p. 580–583
4. Bokov D., Turki Jalil A., Chupradit S. Nanomaterial bu sol-gel method: Synthesis and application // Advances in Material Science and Engineering, 2021, 21 p.
5. Araoyinbo A. O., Abdullah M. M. A. B., Salleh M. A. A. M., and etc. Phase study of titanium dioxide nanoparticles prepared via sol-gel process // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2018, v. 343, Article ID 012011
6. Guzel G. K., Deveci H. Synergistic effects of silica aerogels/ xerogels on properties of polymer composites: a review // Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 2020 v. 89, p. 13–27
7. Babalı R.Ə., Babayeva F.Ə., Əhmədova R.H. və digərləri. Zol-gel üsulu ilə sintez edilmiş $\text{Pd/ZrO}_2/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ katalizatorunun iştirakında heksanın izomerləşməsi / Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 100-cü ildönümünə həsr olunmuş tələbə və gənc tədqiqatçıların IV beynəlxalq elmi konfransı, 2023, 12-26 aprel, Bakı, Azərbaycan, s. 504-506
8. Babayeva F.A., Ahmadova R.H., Suleymanova T.İ. and etc. Synthesis of $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ catalysts for the isomerization process of $\text{C}_6\text{-C}_7$ alkanes by the sol-gel method // Modern research in science and education. Proceedings of II international scientific and practical conference, 12-14 october, 2023, Chicago, USA, p. 117-123
9. Babayeva Farida, Ahmadova Rana, Yunusov Sahib and etc. Investigation of the isomerization process of primary refining gasoline with the participation of $3\%\text{NiO}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3\cdot\text{ZrO}_2$ catalyst / Neft kimyası və kimya texnologiyası kafedrasının 80 illik yubileyinə həsr olunmuş “Kimya və kimya texnolo-giyasında müasir yanaşmalar” mövzusunda Respublika elmi konfransının materialları, 14 dekabr, 2023, Bakı, Azərbaycan, s. 54-55

Məqalə qəbul olunub: 21.04.25
Təvsiyə edib: prof. Həsənov V.H.