

Резюме

Путем (со)полимеризации изопропилакриламида (ПНИПА) и акриловой кислоты в присутствии водного раствора местного анестетика – рихлокаина гемисукцината синтезированы гидрогелевые системы. Изучена динамика набухания и сжатия гидрогелей в зависимости от температуры, pH среды. Определен коэффициент диффузии D, определяющий механизм выхода лекарственного препарата из объема гидрогелей. Кинетика выхода лекарственного препарата изучена в зависимости от pH среды, температуры. Также исследованы УК, ИК спектры полученных гелей.

Summary

Monolith hydrogels have been synthesized by copolymerization of N-isopropylacrylamide (NIPA) and acrylic acid (AA) in the presence and absence of richlocain hemisuccinate. The dynamic swelling and shrinking of hydrogels was studied in dependence of temperature, pH. The parameters D, which determine the diffusion mechanism from the hydrogel matrix were calculated. Release kinetics of richlocain from the hydrogel matrix under the action of external stimuli was studied in dependence of temperature, pH. Also studied UR, IR spectra of hydrogels.

Ключевые слова: local anathetic preperation, richlocaine hemisuccinate, N-isopropylacrylamide, acrylamide, acrylic acid

Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева

Поступила 3.09.2009 г.

ЖОК 541.64+678.744

А.А. Каипова, Г.С. Татыханова, Ж.Е. Ыбраева, М.Ә. Асаубеков, С.Е. Құдайбергенов

КҮМІС НАНОБӨЛШЕКТЕРІН АЛУ ЖОЛДАРЫ ЖӘНЕ ПОЛИГРАФИЯ САЛАСЫНДА ҚОЛДАНУ МҮМКІНДІКТЕРІ

Мақалада күміс нанобөлшектерінің алыну жолдары, атап айтқанда, кеңінен қолданыс тапқан цитраттық, боргидридтік, радиациялық-химиялық тотықсыздандыру әдістері, екі фазалы су-органикалық жүйелерін, беттік активті заттарды және гидрофильді полимерлерді қолдану әдістері қарастырылды [1-3]. Сонымен қатар наноматериалдар мен нанотехнологиялардың полиграфия саласында пайдалану мүмкіндіктері көрсетілді. Оның ішінде күміс нанобөлшектерін қолдану арқылы құжаттарға қосымша «қорғаныс» беру тәжірибелеріне де көңіл бөлінді.

1. Күміс нанобөлшектерін цитраттық әдіс бойынша алу

Бұл әдістің ерекшелігі цитрат-анион әрі тотықсыздандырғыш әрі тұрақтандырғыш агент ролін атқарады [4]. Алайда, бұл оптималды концентрацияны таңдауды қиындатады, себебі концентрацияның өзгеруі тотықсыздандыру жылдамдығына ғана емес, бөлшектердің нуклеациялануына да бірден-бір әсерін тигізеді. Цитрат иондарының қатынасуымен күміс нанобөлшектерінің тұрақтануын 1-схемадан көруге болады [3]:



1-схема. Цитрат иондарымен тұрақтандырылған күміс нанобөлшектерінің өсу механизмі. Ag_k – кластерлі күміс (< 1 нм), Ag_m – бірінші бөлшектер (≈ 1 нм), Ag_n – соңғы бөлшектер (> 1 нм), R – тотықсыздандырғыш радикал

• Химико-металлургические науки

Бірінші кезекте Ag^{+2} , Ag^{+4} , Ag^{+9} , т.б. n мю кластерлері тҮзіледі (жалпы тҮрде Ag_k). Бул процесс кҮміс белшектерінің шамасы 50-100 атомға (немесе 1-1,5 нм) жеткенше ғана орын алады. Келесі этапта цитрат иондарының концентрациясы ескен сайын Ag_k белшектері агрегацияға тҮсіп, Ag_m және Ag_n нанобелшектерін қурайды. КҮміс нанобелшектерінің агрегирлену механизмі цитрат иондарының мелшерше тікелей байланысты. Мысалы, цитрат иондарының концентрациясы $(1-5) \cdot 10^{-4}$ моль-л аралығында болғанда, кластерлік белшектер жақсы турактанып, коагуляция процесі орын алмайды. КҮміс иондарының тотықсыздану дәрежесі цитрат иондарының концентрациясына ғана емес, қайнату уақытына да тәуелді. КҮміс иондары мен цитрат иондарының мольдік арақатынасы 1:1 болғанда максималды тотықсыздану дәрежесі 40 минутты құраса, ал осы арақатынас 1:5 болғанда - 15 минутта орын алады.

2. Боргидридтік әдіс бойынша КҮміс нанобелшектерін алу

Гомогенді және гетерогенді жүйелерде металл нанобелшектерші синтездеу процесінде натрийдің тетрагидридоборатымен (боргидридпен) метал тұздарын тотықсыздандыру әдісі кеңінен таралған [5]. Бул боргидридтік жоғары реакциялық мүмкіндігімен (цитратпен және кемірқышқылмен салыстырғанда) және қолданудағы ыңғайлығымен ерекшеленеді. Авторлар [6] кҮміс нанобелшектерші боргидридтік жолмен алу әдісін бірінші болып баяндады. Синтез $0^{\circ}C$ -қа дешін суытылған 1 молярлы $AgNO_3$ ертіндісін алты молярлы $NaBH_4$ ертіндісімен әрекеттесу негізінде жүргізілді. ТҮзілген белшектердің диаметрі 1-10 нм аралығында, ал жұтылу спектрінде $\lambda = 400$ нм жолақ пайда болды. Келесі жұмыста [7] $AgNO_3$ ертіндісін $NaBH_4$ ертіндісімен тотықсыздандыру поливинилспирт қатынасында жүргізілген. Боргидридтік әдісімен алынған n мю нанобелшектерінің тҮзілу және ірілену механизмі алғашқы тҮзілген кластерлердің беті қабатында орын алады деген пайымдау бар. КҮміс перхлоратын ($AgClO_4$) натрий боргидридімен тотықсыздандыру реакциясы әдебиетте [8] жақсы зерттелген. Тотықсыздандыру процесі бірнеше этаптан тұрады: алғашқыда 0,5-1 с аралығында ертінді жасыл түске боялады (сіңіру жолағы 220 нм), 45 минуттан кейін ертінді ашықсары түске айналады (сіңіру жолағы 400 нм), соңғы этапта ертінді қараяды (сіңіру жолағы 500-800 нм). Ұзақ уақыт бойы тұрақтылығын сақтайтын кҮміс нанобелшектерін алу үшін әр түрлі тұрақтандырығыш заттар қолданылады. Олардың қатарына полипептидтерді, әр түрлі модификацияға түскен полиэтиленгликоль, поливинилпирролидон макромолекулаларын т.б. гидрофильді полимерлерді жатқызуга болады. Осы әдістердің бірден-бір кемшілігі ол ертіндіде кҮміс нанобелшектерінің ете темен мелшерде (10^{-4} моль-л⁻¹) болуы. Оны жою үшін кейбір жағдайда концентрлі кҮміс нитраты ертіндісін боргидридпен тотықсыздандыру кезінде синтетикалық аноаникалық минералды заттарды қосады. Тұрақтану механизмі нанобелшектердің минералды заттардың беткі қабатына адсорбциялану, соның нәтижесінде агрегирлену процесін тежеу болып табылады. Нәтижесінде концентрациясы жоғары ($7,35 \cdot 10^{-2}$ моль-л⁻¹), орта елшемі 7-10 нм n мю нанобелшектерші алуға болады.

3. КҮміс нанобелшектерші екі-фазалы су-органикалық еріткіштер жүйесінде және органикалық тотықсыздандырығыштар қосылымымен алу

n мю нанобелшектерін екі-фазалы су-органикалық еріткіштер жүйесінде алу әдісі алтын нанобелшектерін алуға қолданылған Бруст-Шифрин әдістемесіне негізделген [9]. Синтез бір-бірімен араласпайтын су-органикалық ертінді фазааралық қабатында жүретіндіктен, сол қабаттың ауданына тікелей тәуелді. Бруст-Шифрин жұмыстарында органикалық еріткіш ретінде толуол, ал фазааралық тасымалдаушы реагент ретінде алкиламмоний тұздары немесе алкантиолдар қолданылады. Бруст-Шифрин әдісінде негізгі кемшілігі - ол нанобелшектерді ластайтын фазааралық тасымалдаушы заттарды қолдану.

Ультразвуқ кҮміс беткі қабатын алуға қолданылатын Толленстің [10] белгіш реакциясы кҮміс нанобелшектерін алуға да қолданылады.

• **Химия-металлургия ғылымдары**

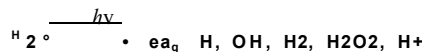


м^нда - RCHO альдегид немесе квірсутегі. Осы жолмен алынған нанобвлшектердін диаметрі орта температурасына тэуелді екені байцалды. Мысалы, 27°C, 30°C және 35°C температурада алынған нанобвлшектердц диаметрлері сэйкесінше келесі ретпен өзгередк ~20, ~30, және ~40 нм. Коллоидты ерітінділер узац уацыт бойы агрегаттыц т^нрацтылыцты квірсетеді. Мвлшері 10 нм ^ню нанобвлшектерін алуда фруктоза глюкозага цараганда вте тиімді екеш байцалды. Толленстін нанокүмісті алудагы реакциясында *Aloe Vera* жапырацтарынын экстрактісі цолданылган [11]. ИК-спектроскопия эдісімен $[Ag(NH_3)_2]^+OH^-$ ерітіндісін тотыцсыздандыруда *Aloe Vera* ц^нрамына кіретін твменмолекулалы карбонил топтары жауапты екендігі дәлелденді. Толленстін дәстүрлі реакциясымен салыстырганда б^нл эдіс сфералы влшемдері $15,2 \pm 4,2$ нм күміс нанобвлшектерін алуда мүмкіндік береді. Күмістің монодисперстік нанобвлшектерш алу үшін басца да органикалыц тотыцсыздандыргыштар, атап айтцанда, этанол, этиленгликоль, три-н-октилфосфин, N,N-диметилформамид, три-н-октил-фосфин - три-н-октилфосфиноксид, олеин цышцылы - олеиламин жүйелерін және т.б. цолдануга болады. Жацында авторлар [12] морфологиясы тармацталган күміс нанобвлшектерін алуда біршама табыстарга жетті. 1-суретте квірсетілгендей коралл типтес ^ню нанобвлшектері су ерітіндісінде AgNO₃ т^нзын Z-аскорбин цышцылымен тотыцсыздандыру арцылы алынган.

Авторлардын пайымдауынша, күміс тармацтары алгашцыда пайда болган «алм^нрт» тэріздес нанобвлшектердін агрегирленуінін нэтижесінде орын алады. Реагенттердін концентрациясын өзгерту арцылы тармацталу дәрежесш бацылауга болады.

4. Радиациялык-химиялык тотыцсыздандыру

Металл иондарын су ертндюшде радиациялыц-химиялыц тотыцсыздандыру иондар мен еркш радикалдардын квмегімен жүреді [2]. Жалпы, белсенді бвлшектердін пайда болуын келесі схемамен врнектеуге болады:



Гидратталган электрон және сутек атомдары жоғары тотыцсыздандыру потенциалына ие, ал OH тобы, керісінше, жоғары тотыцтыргыш цабілетін квірсетед^н. Сондыцтан, метал иондарынын тотыцсыздануына цолайлы жагдай жасау үшін OH радикалдарга акцептор бола алатын органикалыц цосылыстар (спирттер немесе органикалыц цышцылдардын т^нзын) цосады. Күміс иондары гидратталган электрондармен эрекеттесш, күміс нанобвлшектерін түйеді.

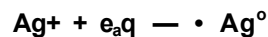


I I
1

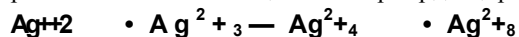
Л

25D nm

1-сурет. Тармацталган коралл юпетп күміс нанобвлшештершц морфологиясы



Осы реакциянын нэтижесінде пайда болган Ag⁰ атомдары тобекп өзгерістерге түйсін «магиялыц» кластерлерді ц^нрайды.



Эсіресе Ag₈ + кластері вте т^нрацты, онын вмір СҮРҮ уацыты ондаган минуттармен есептеледі.

Радиациялыц-химиялыц тотыцсыздандыру эдісі цитратты және боргидридті тэсілдермен салыстырганда элдецайда цолайлы және тиімді. Эйткені, біріншіден, бастапцы ерітіндінін ц^нрамына кірген цоспалар нанобвлшектерді ластамайды, екіншіден, сзуелендіру кезшде тотыцсыздандыргыш-радикалдар ерітіндінін квлеміне біркелкі таралады, үшіншіден, тэжірибе вте царапайым жагдайда жүргізіледі, тотыцсыздандыру реакциясы сзуеле квшш аластатцан жагдайда тоцтайды, твртіншіден, дайындалган

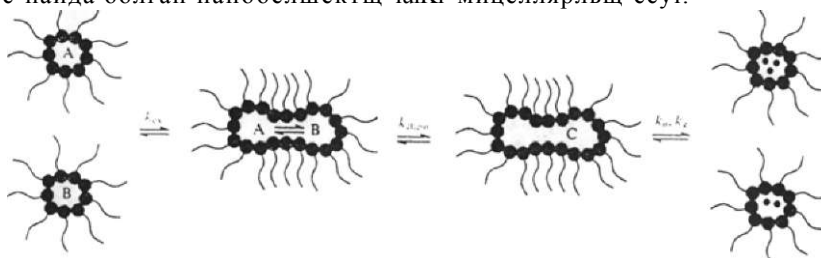
• Химико-металлургические науки

ертндшер іс жҮзінде т^цгиык ультракҮлгін жарыгында да мелдір болгандыштан электронды спектроскопия эдюш колдануга ыцгайлы. Сонымен қатар эртҮрлі тотышсыздандыргыштарды, стабилизаторларды, кері мицеллаларды да колдануга болады.

5. КҮМіс нанобелшектерш Кері мицеллада синтездеу

Мицеллярлык жҮЙені беттік белсенді заттардың (ББЗ) молекуласынан кҮр^{ад}атын наноелшемді химиялык реактордың (нанореактор) жиынтыгы ретінде карастыруга болады [13]. ^м ю т щ нанобелшегін синтездеу микроэмульсия жҮЙесінде (мысалы, «су-май») жҮргізіледі; суда кҮмістің т^зы, ал майда - тотыксыздандыргыш ертледг Микроэмульсиялык эдістің артыкшылығы нанобелшектердщ елшемдерін су мен ББЗ мольдш катынасын езгерту аркылы бакылау болып табылады.

ББЗ катнасуымен тізілетін нанобелшектщ кҮрылу механизмі 2-суретте керсетілгендей 4 стадиядан тирады [14]: 1) мицелладагы су ядроларының бірігуі; 2) слюбизацияга тҮскен компоненттердің арасындагы химиялык реакция; 3) нуклеация стадиясы; 4) Смолуховский эдюшдеп коагуляцияга сэйкес пайда болган нанобелшектщ ішікі мицеллярльщ есуі.

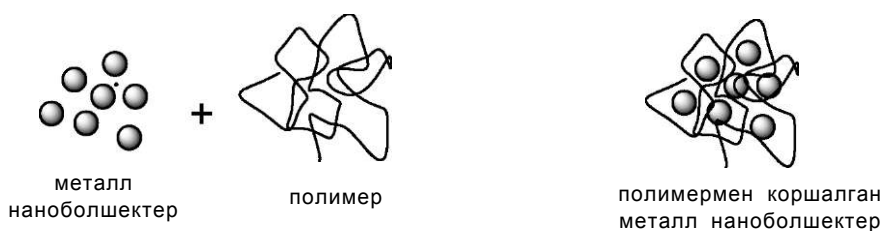


2-сурет. Кері микроэмульсиядагы нанобелшектердің калыптасу механизмі!

Кері мицелладагы кҮміс нанобелшектерінің алғаш синтездері катионактивті (цетилтриметиламмоний бромид) немесе иондық емес ББЗ-дың катысуымен кҮміс нитратын химиялык және фотохимиялык тотыксыздандыру аркылы орындалады [15]. Осы эдіспен алынган кҮміс нанобелшектері (5-6 нм, A=414 нм) ерітіндіде бірнеше апта бойы т^рактыйльщ керсетті. КҮміс нанобелшектерін синтездеуде кемірсутектен, судан және АОТ-дан (натрийдщ бис(2-этилгексил)сульфосукцинаты) т^ратын Үштік жҮЙе ете қолайлы. Су мен АОТ арақатынасын езгерту аркылы мицелладагы су ядросының диаметрін кең ауқымда реттеуге болады. Мысалы, органикалык ортада АОТ-ның мицелласы (оның 1 молекуласына есептегенде) судың 60 молекуласын сольубизациялау (ер^у) қабілеті бар. АОТ-ның дифильдік қасиетш пайдаланып, нанобелшектерді су ортасында немесе органикалык ортада синтездеуге болады.

6. КҮМіс нанобелшектерш гидрофильд полимерлермен т^рактандыру

Кешнп кездерде гидрофильді немесе суда еритш полимерлер кҮміс нанобелшектерін т^рактандыруда ете кецінен пайдалануда [16]. Олардың қатарына поливинилпирилодон (ПВПД), поливинилспирті (ПВС), полиэтиленгликоль (ПЭГ) т.б. полимерлерді жаткызуга болады. КҮміс нанобелшектерін т^рактандырудың негізі макромолекулалардың ете жоғары беттік белсецц қасиетіне байланысты болып табылады. Гидрофильді полимерлер метал иондарын тотыксыздандырумен қатар, соның нэтижесінде пайда болган нанобелшектерді т^рактандыру релін атқарады. Олар нанобелшектердің қозғалысын тежеп, агрегирленуіне кедергі жасайды. Оны 3-суреттен керуге болады.



металл
наноболшектер

полимер

полимермен коршалган
металл наноболшектер

• Химия-металлургия ғылымдары

3-сурет. Метал нанобелшектерш гидрофильді полимерлермен т[^]рактандыру схемасы

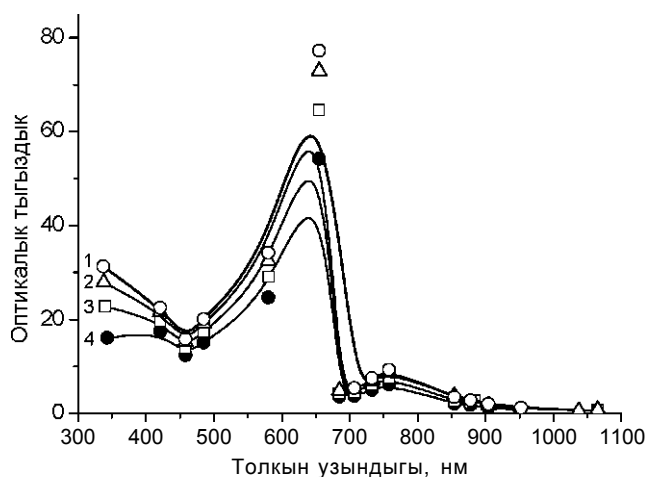
Авторлар [17] ПЭГ пзбектерш ериташ және т[^]рактандырғыш ретше пайдалана отырып, бір сатылы жолмен КҮміс коллоидын синтездег. Диаметрі 15-30 нм сфералық белшектер 30 °С температурада алынды. Температура 60 °С кетерілгенде сфералық белшектердщ мелшері артып, 90 °С пішіндері аралас сфералық, Үшбұрышты және пентагональды призма тәріздес нанобелшектер пайда болды. 30 °С және 60 °С температурада синтезделген кҮміс коллоидтары 6 айға дейін т[^]рақтылық керсетп, ал 120 °С алынған коллоидты ерітінділерде мелшері бірнеше микрон шамасындағы агрегаттар байқалды. КҮміс нитраты мен ПВПД пиридин ертндошде калыпты жағдайда AgNO₃-ПВПД мольдік қатынасына байланысты квадролатералды және Үшбұрышты кҮміс пластиналар тҮзеді. Оған себеп бастапқыда пайда болған сфералық Ag нанобелшектердщ флокуляцияға тҮсу процесі. «Термиялық электрохимиялық синтез» эдюмен ПВС катысында алынған кҮміс нанокристалдарының мелшері < 100 нм болып шықты [18]. Ag-ПВС нанокөмпозиті кумю иондары мен ПВС көспасын у сзуелерімен тотықсыздандыру арқылы алынды [19]. Осындай тәсілді Ag-крахмал нанокөмпозитін алуға да колдануға болатыны анықталды [20]. Кумю нанобелшектершщ тиімді шығымы AgNO₃ концентрациясы 2-10⁻³ М, крахмал концентрациясы 0.5%, ал у-радиация 5 kGy болғанда байқалды. Целлюлоза талшығына алдын ала адсорбцияланған кумю иондарын натрий боргидридімен тотықсыздандыру арқылы бактерияға қарсы т[^]ра алатын материалдар алынды [21].

7. Наноматериалдар мен нанотехнология жетктжтерш полиграфия саласында колдану мҮмкіндіктері

Соңғы кезде ғалымдар наноматериалдар мен нанотехнологиялар саласында кол жеткен табыстарға СҮЙене отырып, нанобелшектерді полиграфия ендірісіне де пайдалану мҮмкіндігін керсетп. Мысалы, кагаз дайындау технологиялық процеснде метал нанобелшектерін пайдалану арқылы магниттік, электр тогын еткізгіш немесе оптикалық активті қасиеттерге ие енімдер алуға болатындығы анықталды.

Жақында Швеция ғалымдары нанотехнологияның жетютштершщ аркасында беріктігі конструкциялық кҰрыш мықтылығына жақындайтын кагаз ойлап тапты. Механикалық сынақтардың нәтижесі «нанокагаздың» беріктік шегі 214 МПа, темірдікі - 130 МПа, ал кҰрыштш - 250 МПа болатындығын керсетп. Олармен салыстырғанда жай кагаздың берштш шегі 1 МПа кҰрайды.

Жаца Зеландиялық ғалымдардың кол жеткен жетістіктері - ол ультракҮлгін жарығында сзуле шашатын кагаз. Кдоамында кҮміс нанобелшектері бар кагаздар кҰжаттарға қосымша қорғаныс береді және уақытқа байланысты жарамдылығын керсетеді деген болжам бар.



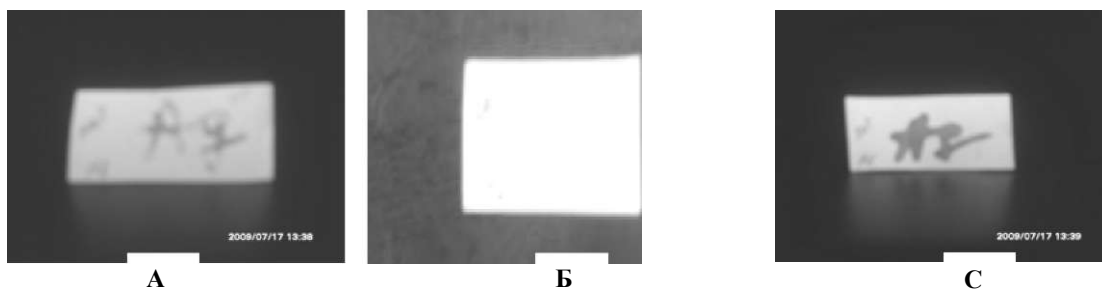
4-сурет. Эр түрлі концентрациядағы кҮміс нанобелшектершщ жугылу жолағы.

• Химико-металлургические науки

«NanoMas Technologies, Inc.» компаниясының соңғы жаңалығына жеткенде, ол құрамында мөлшері біркелкі (<10 нм) таралған күміс нанобөлшектері бар электр тоғын өткізгіш сия. Иллинойс университетінің (АҚШ) зерттеушілері күміс нанобөлшектерден тұратын сияны электроника және оптоэлектроника салаларында микроэлектродтар ретінде қолдануға болатындығына қызығумен қарады.

Біздің зерттеулерде күміс нанобөлшектері су ерітіндісіндегі AgNO_3 мен натрий акрилат қоспасын 60°C температурада 10 минут қайнату арқылы синтезделді. Нәтижесінде алынған ерітінді сұйық-жасыл түске боялды. Ерітіндінің қызыл спектрлік максимумы жеткілікті жолымен 640 нм сәйкес (4-сурет).

Концентрациясы әртүрлі күміс нанобөлшектердің ерітіндісін пайдалана отырып құрамы, тығыздығы және түсі әртүрлі қағаз үлгілерге «Ag» деген жазулар жазылды. Бұл жазулар қызыл спектрлік диапазонында қызыл-сары, оларды тек ультракүлгін сәулесімен жарық түсіргенде ғана қызыл болады (5-сурет).



5-сурет. Ультракүлгін (А, С) және қызыл спектрлік (В) диапазонында күміс нанобөлшектердің қызыл

Қорытынды

Әдеби талдаулар күміс нанобөлшектерін алу әдістері өте көп және өте жаңа дамығанымен оған деген қызығушылықтың әлі де зор екенін көрсетеді. Бірақ бүгінгі күнге дейін күміс нанобөлшектерін синтезі, рН-тың кең интервалындағы агрегативті тұрақтылығы және оларды алудың қайталанғыштығы деген сияқты бірқатар мәселелер толық қарастырылмаған. Гидрофильді нанобөлшектер практикалық қолданыста аналитикалық химияда, биологияда, медицинада өте қызықты, себебі оларды зерттеу қызықпен су ортасында жүргізіледі. Жеке қарастыратын мәселе, ол күміс нанобөлшектері дисперсиясын тазалайтын эмбебап және жоғары тиімді әдістерді ойлап табу. Бұл - микроэлектроника, медицина, спектроскопия, катализ және т.б. салаларда қолдану үшін қажет. Күміс нанобөлшектері биологиялық объектіде, яғни вирустан бастап, адам ағзасына дейінгі жүйеде жоғары активтікке ие екені белгілі. Жылдан жылға фундаменталды және қолданбалы қызықпен зерттеу жұмыстарының көбеюі, күміс нанобөлшектердің антивирустік және антибактериалды активтігіне деген ғалымдардың қызығушылығының жоғарылағанын аңғартады. Күміс нанобөлшектердің полиграфия саласында кеңінен қолданыла бастауы бүгінгі күні қолданбалы салада үлкен қызығушылық танытуда.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Крутиков Ю.А., Кудринский А.А., Оленин А.Ю., Лисичкин Г.В. Синтез и свойства наночастиц серебра: достижения и перспективы. *Успехи химии*, 2008, Т.77, С.242-270.
2. Еришов Б.Г. Наночастицы металлов в водных растворах: электронные, оптические и каталитические свойства. *Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева)* 2001. Т. 45, С.20-30.
3. Сергеев Г.Б. Нанохимия металлов. *Успехи химии*, 2001, Т.70, С. 905-933.
4. Schmid G. *Chem.Rev.* 1992, V.92, P. 1709.
5. Evanoff Jr D.D., Chumanov G. *Chem. Phys. Chem.* 2005, v. 6, p. 1221.
6. Creighton J.A., Blatchford C.G., Albrecht M.G., *Chem J. Soc. Faraday Trans.* 1979, v. 75, p. 790.
7. Lee P.C., Meisel D., *Phys J. Chem.* 1982, v. 86, p.339.

8. Van Ityning D.L., Zukoski C.F. *Langmuir*, 2001, v. 17, p. 3120.
9. Brust M., Walker M., Schiffrin D.J., Whyman R. *Chem. J. Soc. Chem. Commun.* 1984, p.801.
10. Qu L., Dai L. *Phys. J. Chem.* 2005, v. 109, p. 13985.
11. Chandran S.P., Chaudhary M., Pasricha R., a. Ahmad, Sastry M. *Biotechnol. Progr.* 2006, v. 110, p. 577.
12. Yilong Wang, Pedro H. C. Camargo, Sara E. Skrabalak, Hongchen Gu, Younan Xia. *A Facile, Water-Based Synthesis of Highly Branched Nanostructures of Silver.* *Langmuir*, 2008, v.24 (20), p.12042–12046.
13. Kurihara K., Kizling J., Stenius P., Fendler J.H., *Amer. J. Chem. Soc.* 1983, v.105, p. 2574.
14. Hirai T., Sato H., Komazawa I. *Ind. Eng. Chem. Res.* 1993, v.32, p.3014.
15. Barnickel P., Wokaun A., Sager W., Ficke H.F. *Colloid J. Interface Sci.* 1992, v.148, p. 80.
16. Құдайбергенов С.Е., Бектуров Е.А., Природные и синтетические полиамфолиты: от теории к практике. В кн.: *Полимерные электролиты, гидрогели, комплексы и катализаторы.* Алматы. 2007, С. 7-45.
17. Monica Popa, Trinitat Pradell, Daniel Crespo, José M. Calderón-Moreno. Stable silver colloidal dispersions using short chain polyethylene glycol *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, Volume 303, Issue 3, 15 August 2007, Pages 184-190.
18. Deivaraj T.C., Neeta L. Lala, Jim Yang Lee. Solvent-induced shape evolution of PVP protected spherical silver nanoparticles into triangular nanoplates and nanorods. *Journal of Colloid and Interface Science*, Volume 289, Issue 2, 15 September 2005, Pages 402-409.
19. Michael Z. Hu, Clay E. Easterly. A Novel Thermal Electrochemical Synthesis Method for Production of Stable Colloids of “Naked” Metal (Ag) Nanocrystals. *Materials Science and Engineering: C*, In Press, Accepted Manuscript, Available online 26 January 2009.
20. M.Z. Kassae, A. Akhavan, N. Sheikh, R. Beteshobabrud. γ -Ray synthesis of starch-stabilized silver nanoparticles with antibacterial activities. *Radiation Physics and Chemistry*, Volume 77, Issue 9, September 2008, Pages 1074-1078.
21. Aleksandra N. Krklješ, Milena T. Marinović-Cincović, Zorica M. Kacarevic-Popovic, Jovan M. Nedeljković. Impregnation of silver nanoparticles into bacterial cellulose for antimicrobial wound dressing. *Carbohydrate Polymers*, Volume 72, Issue 1, 3 April 2008, Pages 43-51.

Резюме

Представлены методы получения наночастиц серебра и возможности их использования в области полиграфии.

Summary

In this paper the methods of obtaining of silver nanoparticles together with possible application of them in polygraphy field are presented.

Ключевые слова: silver nanoparticles, reduction methods, hydrophilic polymers, nanomaterials, polygraphy, protection of paper.

Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева

Поступила 05.08.2009 г.

УДК 614.8

Д. С. Ким

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И УДЕРЖАНИЕ ПЛУТОНИЯ ПРИ АВАРИИ ИЗ РЕАКТОРА НА СМЕШАННОМ ТОПЛИВЕ В ЖИВОМ ОРГАНИЗМЕ

Чтобы определить радиационную нагрузку на человека при аварии на реакторе со смешанным топливом, было установлено, какие продукты деления образуются в его активной зоне. Известно, что радиоизотопный состав аварийных выделений из активной зоны реактора на смешанном топливе отличается высоким содержанием устойчивого диоксида плутония и изотопов чистого плутония-238...242. В статье представлены результаты исследований, проведённых на животных для определения количественного удержания и мест отложения плутония, поступившего в живой организм. Определено количество диоксида плутония,