N E W S
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES
ISSN 1991-346X
Volume 6, Number 310 (2016), 74 – 79

UDC 537.523/.527

S.A. Orazbayev, D.B. Omirbekov, M.K. Dosbolayev, M.T. Gabdullin, T.S. Ramazanov

NNLOT, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Al-Farabi avenue, 71
e-mail: sagi.orazbayev@gmail.com

EXPERIMENTAL RESEARCH OF LUMINOUS EFFICIENCY OF DUSTY PLASMA LAMP

Abstract. In this work experimental results of the influence of the synthesized carbon nanoparticles in the argon/methane gas discharge on the intensity of the plasma glow are presented. A spectral analysis of plasma was conducted. Study of surface and chemical composition of the obtained particles was carried out using the scanning electron microscope Quanta 3D 200i (SEM, USA FEI company). Also dependencies of plasma glow intensity from discharge parameters (power of discharge and gas pressure) and gas composition were obtained. It was experimentally determined that the intensity of the plasma glow slowly increases at concentration of methane in the gas and the gas pressure. Also the glow intensity quickly rises with increasing discharge power. The obtained data provides an opportunity to develop a technology of a discharge lamp with a high intensity glow.
Keywords: dusty plasma, nanoparticles, gas discharges.

ӘОЖ 537.523/.527

С.А. Оразбаев, Д.Б. Өмірбеков, М.Қ. Досболаев, М.Т. Габдуллин, Т.С. Рамазанов

АТҰНЗ, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Алматы, әл-Фараби даңғылы, 71

СЫНАҚТА ТОЗАҢДЫ-ПЛАЗМАЛЫ ШАМНЫҢ ЖАРЫҚ БЕРУ ҚАСИЕТІН ЗЕРТТЕУ

Аннотация. Бұл жұмыста газдық разрядтағы аргон/метан плазмасының жарық интенсивтілігіне, сол ортада синтезделетін көміртегі нанобөлшектердің әсерінің эксперименттік нәтижелері көрсетілген. Ол үшін плазмаға спектрлік талдау жүргізілді. Жұмыста газдық фазадан нанобөлшектер синтездейтін плазма-химиялық әдіс қолданылды. Плазмадан шыққан бөлшектердің өлшемі мен химиялық құрамы электронды сканерлеуші микроскоп Quanta 3D 200i (SEM, USA FEI company) көмегімен анықталды. Сонымен қатар, плазманың жану интенсивтілігінің разряд параметрлеріне (разряд қуаты, газ қысымы) және плазма құраушы газдар қоспасының үлесіне тәуелділігімен уақыт бойынша өзгерісі алынды. Плазмада метан газының үлесін арттырғанда және газ қысымын арттырғанда плазманың жарық интенсивтілігінің өзгерісі баяулайтындығы, ал разряд қуатын арттырғанда плазманың жарық интенсивтілігінің өзгерісі артатындығы эксперименттi түрде анықталды. Алынған ғылыми мәліметтер жарық интенсивтілігі жоғары газразрядтық шамды жасаудың жаңа технологиясын жасақтауға мүмкіндік береді.
Түйін сөздер: тозаңды плазма, нанобөлшектер, газдық разряд.

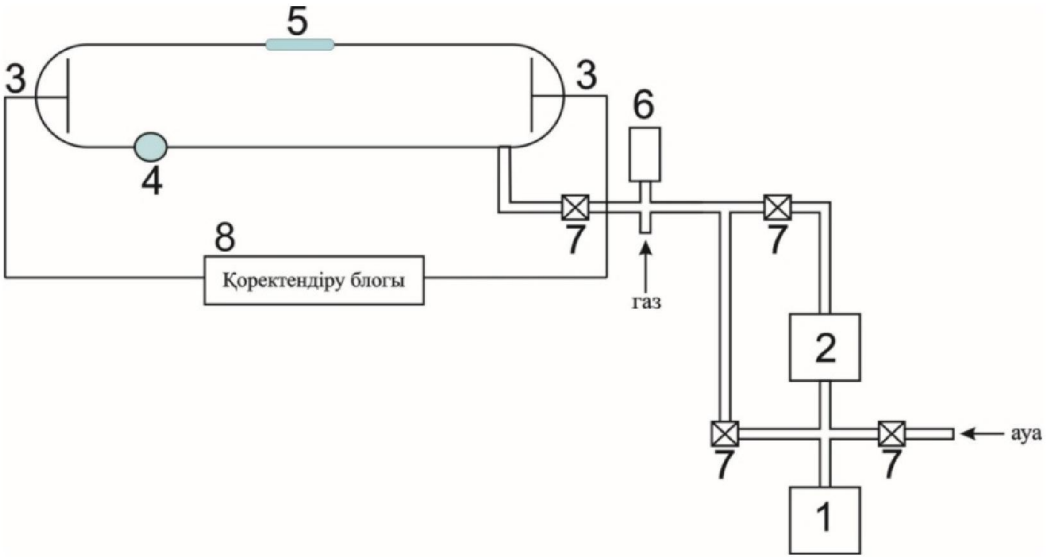
Кіріспе

Қазіргі кезде көптеген ғылыми-зерттеу орталықтарында нанобөлшектер алудың әдістері және оларды практикада қолдану жолдарықарқынды зерттелуде. Олардың бірі нанобөлшектерді плазмалы-химиялық әдіспен синтездеу [1-4]. Бұл әдістің негізінде көптеген технологиялық қолданбалы саланың негізі қаланды, мысалы, физикалық және биологиялық объектлерді (алмаз және метал жабындар,

қанды тазалау, стерилизатор және т.б.) өңдеу, вакуумда тозаңдандыру (жұқа қабықшалар қондыру), наноматериалдар мен композиттер синтезі (наноұнтақтар, графен, нанотүтікше, фуллерен). Солардың бірі – энергетика саласы, яғни энергияны үнемдеу және электрлік шамдардың жарық интенсивтілігін арттыру және т.б. мәселелер маңызды болып табылады. Соңғы ғылыми зерттеулердің нәтижесінде плазма көлеміндегі нанобөлшектердің оның жарық интенсивтілігіне әсер ететіндігі анықталды [5-8]. Газдық разрядта аргон/метан газдары қоспасының плазмасы жанғанда белгілі – бір уақыттан кейін көміртегі бөлшектерінің синтезделетіні белгілі [9-11]. Разрядтағы нанобөлшектердің синтезі газ түріне, қысымына, разряд қуатына және жану уақытына тәуелді. Плазмада нанобөлшектердің пайда болғандығын плазманың жану интенсивтілігі және плазманың спектрінің өзгерісінен байқауға болады. Нанобөлшектері бар плазманың интенсивтілігі буферлі плазманың интенсивтілігімен салыстырғанда жоғары болындығы эксперименттік жұмыстар барысында анықталды [12-14]. Плазмада пайда болған нанобөлшектердің жарық интенсивтілігіне әсері плазмалық ортаның оптикалық қасиеттерін эксперименттік зерттеу негізінде анықталды. Бұл тәжірибелік жұмыста газдық фазадан нанобөлшектерді синтездеу әдісі қолданылған [15-17].

Тәжірибелік қондырғы

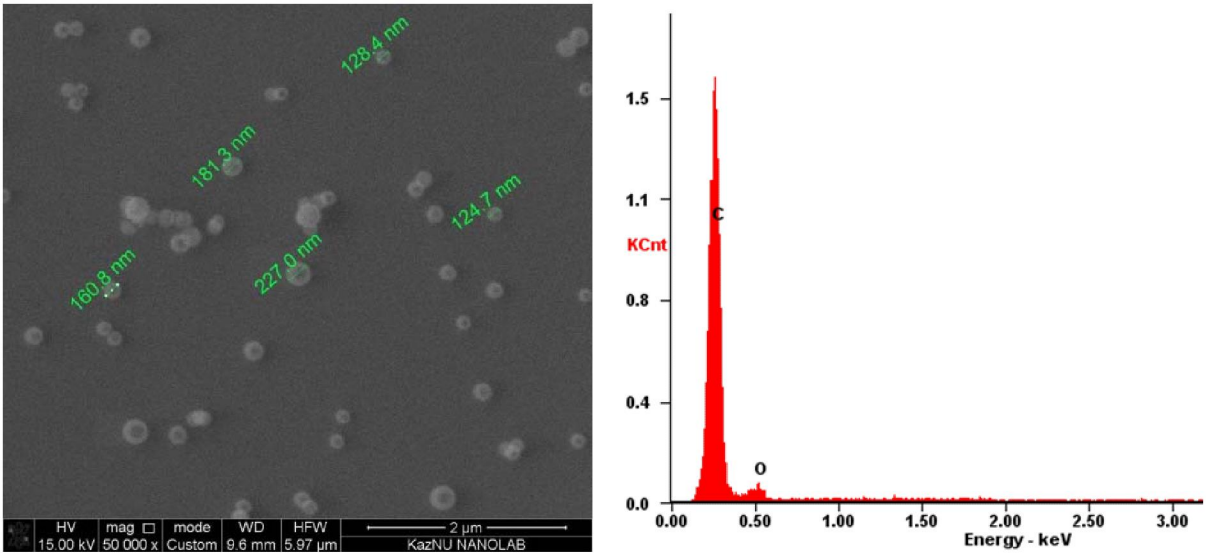
Тозаңды-плазмалы шамның жарық беру қасиеті 1-суретте көрсетілген тәжірибелік қондырғыда зерттелді. Бұл тәжірибелік қондырғы негізгі үш бөліктен тұрады: вакуумдық жүйе, қоректендіру блогы және газ разрядты түтікше. Вакуумдық жүйені форвакуумдық (1) және диффузионды (2) сорғылар, сонымен қатар вакуумдық датчик (6) және клапандар (7) құрайды. Қоректендіру блогы (8) арқылы электродтарға (3) жиілігі 20 кГц кернеу беріледі. Негізгі плазмалық процесстер шыныдан жасалған газдық разрядты түтікшеде жүреді, онда әртүрлі диагностика жасауға арналған саңылау (4) және оптикалық диагностикаға арналған кварц терезе (5) орнатылған. Түтікшенің диаметрі 33 мм, ұзындығы 533 мм, яғни тұрмыста қолданылатын газразрядты шамның зертханалық үлгісі жасалған. Онда газ қысымын 0,1-1 торр аралағында, ал разряд қуатын 5-30 Вт аралығында өзгертуге болады. Плазмада нанобөлшектерді алу үшін жұмыс газы ретінде аргон/метан газдарының қоспасы қолданылды.



1 сурет – Тәжірибелік қондырғының принципиалдық сұлбасы

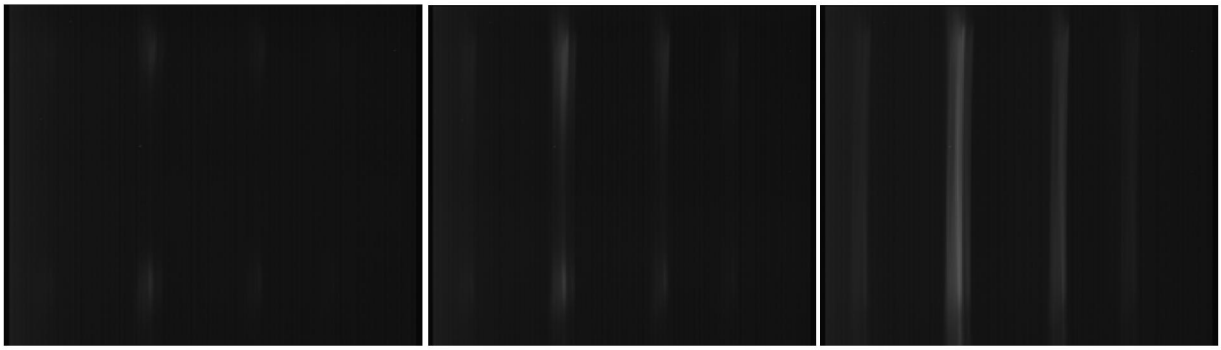
Алынған нәтижелер

Плазмалық ортада синтезделген нанобөлшектердің СЭМ бейнесімен олардың химиялық құрамы 2-суретте көрсетілген. Осы нанобөлшектердің өсуі барысында газдық разряд плазмасының жарық интенсивтілігі өзгеретіндігі экспериментте зерттелді.



2 сурет – Синтезделген көміртек нанобөлшектері және олардың химиялық құрамы.
(P=30 Вт жәнер=0,6 торр)

3-суреттенанобөлшектері бар разряд плазмасының спектрі көрсетілген. Суреттен көріп отырғанымыздай, белгілі бір уақыттан кейін разрядтың жарықтылығы артады, ол – плазмада нанобөлшектердің концентрациясы артқандығын білдіреді.



T_1 = 0 сек T_2 = 70 сек T_3 = 110 сек

3 сурет – Нанобөлшектері бар газдық разряд плазмасының спектрі. (p = 0, 5 Тор, W = 15 Вт)

Бұл суретте t=0 секунд уақытта плазманың интенсивтілігі төмен, яғни нанобөлшектер плазмада пайда болмаған. Ал t=70 секунд уақытта плазмада нанобөлшектер пайда бола бастайды, сәйкесінше, плазма интенсивтілігі де артады. t=110 секунд уақытта нанобөлшектердің концентрациясы салыстырмалы түрде көп болғандықтан, интенсивтілігі де жоғары болады.

Ar+CH_4 қоспасындағы метен газының үлесінен бөлшектердің құрылымы да тәуелді екені, яғни қоспада 1%-10% метан болса, нанобөлшектер пайда болатыны, егер қоспада 10%-15% метан болса, онда нанокластерлер, ал 15%-дан көп болса, онда наноқабықшалар пайда болатыны зерттелді [18-20]. Ал, 6-суретте плазманы түзуші аргон (99%-93%) және метан (1%-7%) қоспасындағы газдардың әртүрлі үлесінде тәуелді плазманың жану интенсивтілігінің уақыт бойынша графигі көрсетілген. Графиктен көріп отырғанымыздай, метан газының үлесі артқан сайын плазмада нанобөлшектер салыстырмалы түрде ұзақ уақыттан кейін пайда болады, яғни плазманың жану интенсивтілігі де бірнеше уақыттан кейін қанығуға жетеді.