

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 2, Number 416 (2016), 17 – 22

**CATALYTIC METHOD OF PURIFICATION OF TOXIC EMISSIONS
OF INDUSTRY AND TRANSPORT****A. R. Esilbaeva¹, K. S. Rakhmetova², A. A. Batyrbaeva¹**¹Kazakh National Research Technical University named after K. I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan,²Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry named after D. V. Sokolsky, Almaty, Kazakhstan**Key words:** toxic emissions, environment, exhaust gases, catalyst, cleaning.

Abstract. The article describes the reduction of toxic emissions of industry and vehicles to the international regulatory limit by catalytic method, the development of methods of preparation of laboratory samples of catalysts at the block metal carriers for neutralization of toxic emissions. Production and implementation of high-performance catalysts to reduce toxic gas emissions will significantly improve the condition of the air basin. Methods: kinetic, gas chromatography, flow-through installation, gas-liquid chromatography. It is given the design of preparation catalyst, preparation of the carriers with different cell sizes and geometric channels. It is considered the technology of applying the suspensions prepared metal blocks, methods of preparation of colloids for the introduction of secondary carriers

ӨОЖ 541.128, 547.261, 665.612.366.093.673

**ӨНЕРКӘСІПТЕРДІҢ ЖӘНЕ АВТОКӨЛІКТЕРДІҢ ЗИЯНДЫ
ҚАЛДЫҚТАРЫН ЗАЛАЛСЫЗДАНДЫРУДЫҢ КАТАЛИЗДІК ӘДІСІ****А. Р. Есілбаева¹, К. С. Рахметова², А. А. Батырбаева¹**¹Қ. И. Сатбаев атындағы Қазақ ұлттық зерттеу техникалық университеті, Алматы, Қазақстан,²«Д. В. Сокольский атындағы жанармай, катализ және электрохимия институты» АҚ Алматы, Қазақстан**Түйін сөздер:** зиянды қалдықтар, қоршаған орта, тастанды газдар, катализатор, залалсыздандыру.

Аннотация. Мақалада өнеркәсіптердің, автокөліктердің зиянды шығарындыларын халықаралық нормаға сай төмендетудің катализдік әдіспен жүзеге асырылуы, бейтараптандыруға арналған блокты металды тасымалдағыштардағы катализаторлардың зертханалық үлгілерін дайындау әдістері қарастырылды. Өндіріс орындары мен автокөліктерден шығатын зиянды шығарындыларды катализдік тазарту – атмосферадағы зиянды заттар көлемінің айтарлықтай азаюына септігін тигізеді және әлемнің алдыңғы қатарлы мемлекеттерінде қолданысқа ие. Зерттеу әдістері: кинетикалық, газхроматографиялық әдістер, ағынды қондырғы, газ сұйық хроматограф. Катализаторларды дайындау технологиялары жасалынды. Өр түрлі ұяшық өлшемдері және өзгерген геометриялық каналдары бар тасымалдағыштар дайындалды. Алдын ала өңделген металды блокқа суспензияларды отырғызу технологияларын, екіншілік тасымалдағыштар жасауға арналған коллоидтар алу әдістерін жасау қарастырылған.

Кіріспе. Автокөлік, қазандық және өнеркәсіптік қондырғылардың тасталындыларының әсерінен дүние жүзінің көптеген өнеркәсіптік қалаларының ластану дәрежесі нормативті шектеулерден 6-10 есе жоғары болып отыр. Өнеркәсіптік кәсіпорындардың пайдаланылған газдарының және ішкі жану қозғалтқышының жұмысы кезінде бөлінетін қалдықтардың негізгі улы компоненттері бұл көміртек оксиді, азот оксиді, жанбаған көмірсутектер және құрым. Жол-транспорт комплексі ауаға, суға, топыраққа қосылатын зиянды сұйық, газ түріндегі және қатты қалдықтардың негізгі көзі. Транспорт құралдарындағы іштен жану қозғалтқыштарында, органикалық отынды

жағу салдарынан, қоршаған ортаға көмір қышқыл газы мен зиянды заттардың - қорғасынның, күйенің, көмірсутектердің, күкірт пен азот оксидтерінің, этилен, бензол, этан, метан - көп мөлшері бөлініп шығады. Әсіресе, барлық транспорт түрлерінің ішінде, автомобиль транспортының зиянды қалдықтары 70% (ал Алматы қаласында – 90 %) құрайды және ол антропогенді әсерлер есебінен атмосфераны ластаушы заттар мөлшерінің 40 %-не дейін жетеді. Автомобиль транспорты, яғни іштен жану двигательдерінің жұмысы нәтижесінде түзілген газ, атмосфераны ластаушы заттардың ең негізгілерінің бірі болып табылады. Жыл сайын, олар 280 миллион тонна шамасында көміртек тотығын, 56 миллион тонна көмірсутек, 28 миллион тонна азот тотығын ауаға қосады. Қазіргі кезде жер шарында, шамамен 200 млн-дай автомобиль машиналары бар. Олар іштен жану қозғалтқышта жұмыс істеу барысында, ауаға 200-ге тарта әр түрлі заттар шығарады [1-11].

Катализаторлар – мұнай өндеуде, химиялық және мұнайхимиялық, ас және фармацевтика өнеркәсібінде, экология мен энергетикада кеңінен қолданылатын химиялық өнімдердің ең бір ғылымды қажет ететін түрлерінің бірі. Дәстүрлі шикізаттың қымбаттауы, дәстүрсіз шикізат көздерін табу қажеттілігі, шикізатты терең өндеу қажеттілігі және жоғары қолданысқа ие шикізаттарды өндіру катализдік технологиялардың инновациялық қарқынды дамуын қажет етеді, оның ішінде жаңа буынды катализаторлар концепцияларының нанотехнологияларын пайдалану [12].

Соңғы жылдары экологиялық мақсаттағы катализаторлар сатылымы бірінші орынға ие болып отыр, олар мұнай өндеудің катализаторларынан озып кетті. Экологиялық катализ қоршаған ортаны қорғаумен байланысты өзіндік бағытқа айналып отыр: ауа кеңістігі, су және құм ресурстары. Экологиялық ахуалдың глобалды бұзылуы АҚШ және шығыс Еуропа елдерінде ауаны, суды және топырақты қорғауда қатаң заңдардың қабылдануына әкеліп соқтырды. Тастанды газдар мен суды тазалаудың негізгі әдістері катализдік болып табылады. Қазіргі таңда оы катализаторларды дайындаудың жаңа технологиялары, реакторлы технологиялар және реактор типтері немесе құралған катализаторлар (монолиты, тарелкелі жүйелер, торлар, ұяшықты материалдар және т.б.) жасалынып шығарылды. Монолитті блоктар (металды) – катализаторлардың қолайлы тасымалдағыштары, олар экологиялық мәселелерді шешуге арналған, себебі дамыған беттік қабаты бар, сындарлы шешімдер нұсқаларының үлкен таңдауы бар, қысымның төмен айрмасы бар, жоғары термиялық және механикалық беріктікке ие және оны катализатордың екінші тасымалдағышы ретінде салуға болады. Олардың негізіндегі катализдік жүйелер тазаланушы газдардың үлкен шығымында онда бейтараптанушы зиянды заттардың аз концентрациясында катализдік процестердің жоғары қарқындылығы мен өнімділігін қамтамасыз етеді. Мұнай өнеркәсібінде, энергетика және транспортта жоғары масштабты экологиялық мәселелерді шешу үшін пайдаланылған газдарды тазартуға арналған блоқты катализаторлардың қажеттілігі күдік тудырмайды. Бүгінгі күні автокөлік және өнеркәсіптің пайдаланылған газдарын терең тазартуға арналған блоқты – ұяшықты тасымалдағыштардағы (металды) жаңа буынды катализаторлар дайындаудың технологияларын жасау өзекті мәселе болып отыр, ал оның шешімі айтарлықтай экономикалық нәтиже алып келуі мүмкін [13-21].

Тәжірибелік бөлім

Өнеркәсіптің газ тасталындылары мен автокөліктің пайдаланылған газдарының зиянды қоспаларын бейтараптандыруға арналған катализаторлардың зертханалық үлгілерін дайындауда «шеvron» типтес каналды металды тасымалдағыш жасалынды (1-сурет). Мұндай каналды фольга үлгісінде газ ағынының кіре берісінде, ортасында және шығатын жерінде бұрылыстар болады. Каналдардың мұндай формасы газдың ламинарлы ағынының бұзылуына, турбуленттіліктің болуына және гофрленген фольгаға отырғызылған катализатормен әрекет етпеген газ молекуласымен толық байланысқа түсуіне әкеліп соқтырады. Бірдей геометриялық көлемді қарапайым типтес каналдармен салыстырғанда, жаңа үлгілерде гофрленген фольганың бір каналының жалпы ұзындығы 5% ұзынырақ (1, б-сурет). Фольганың өзінің «нағыз беті» айтарлықтай емес және де шамамен 10 м²/г құрайтындығына қарамастан мұндай нәтиже толық өлшемді блоқты катализаторларға көшкен кезде катализатордың жалпы бетін жоғарылатады.

Металды блоқты тасымалдағыштарды дайындау үшін қалыңдығы 50 мкм болатын ыстыққа төзімді фольга кесіліп алынды. Фольга гофрленеді, тегіс фольгаға гофрленген фольганы қойып,



1-сурет – Гофрленген фольга үлгілері: а – қарапайым типті каналды фольга; б – «шеврон типті» каналды фольга

орап цилиндрлі блок жасалады. Фольганың беті тазартылып жуылатындықтан, блок каналдарындағы қалдық сулардан арылу мақсатында блоктар кептіргіш шкафта вертикальды жағдайда 2 сағат бойы кептіріледі. Дайын металды блок күймеген және бастапқы формасын бұзбаған болуы қажет (2-сурет).



2-сурет – Дайын металлы блоктары

Термоөңделген блоктар екіншілік тасымалдағыш отырғызылатын жерге бағытталады. Екіншілік тасымалдағыш бұл рН үш параметрлері бойынша, тұтқырлық және қатты фазаның мөлшері бойынша бақыланатын алюминий тұздарынан тұрады. Металды блоқты тасымалдағыштар толығымен ауа көпіршіктері шығып болғанша суспензияға салынады, әрі қарай центрифугаға салынады, онда артық суспензия кетеді. Екіншілік тасымалдағыш мөлшері салмақтық әдіспен бақыланады, қажет болған жағдайда екіншілік тасымалдағыш отырғызу процесі қайталанады.

Отырғызылған екіншілік тасымалдағыш металды фольгада жоғары адгезиялық қабілеттілікке ие. Дайындалған тасымалдағышқа сіңдіру әдісі арқылы тұздардың сулы ерітінділерінен промотирлеуші металдар отырғызылады (ылғал сыйымдылығы бойынша). Блоктың қосылған салмағы оның ылғал сыйымдылығы болып табылады. Ылғал сыйымдылығы бойынша металл тұздары ерітінділерінің мөлшері есептелді. Алдын ала өлшенген блоктар қажетті тұз ерітіндісіне салынады және блок каналдарындағы артық ерітіндіден арылу мақсатында блоктар аздап сілкіп алынады, сонан соң 600°C температурада 2 сағат бойы электр пешінде қыздырылады. Сол кезде блокты тасымалдағыштар бетінде металл тұздары металл оксидтерін құру арқылы ыдырайды.

Каналдар геометриясы өзгерген және ұяшықтардың әр түрлі өлшемдерімен 40-60 ұяшық/см² металды блоқты тасымалдағыштарды эзірлеу шарттары дайындалды. Алюминий, хром, титанның оксидтерін пайдалана отырып металды блоктар қаңқасына екінші текті тасымалдағыштар қондыру технологиясы жасалып, олардың құрамы анықталды. Асыл металдар Mn-Ni негізіндегі белсенді фазалардың аз мөлшерімен 0,01-0,1% дан 0,05-0,2 % дейін жеткізілді. Алынған коллоидтарда коагуляцияны болдырмау үшін белгілі концентрациялы органикалық қосылыстар іріктеліп алынды. Алынған коллоидтар жоғары дисперстілікке (25-30 нм), бөлме температурасында 1-2 айға дейінгі тұрақтылыққа ие. Зерттеу нәтижелері бойынша Mn-Ni, Mg/Ni-Mn коллоидты бөлшектерді тұрақтандыру шарттары таңдалынды. Синтезделген катализаторлар CO, пропан-бутан қоспасының және көмірсутектердің (метан) тотығу реакцияларында катализаторлар қабаттарының қолайлы

өлшемдерімен интеграл түрлі құбырлы реакторлы ағынды катализдік қондырғыда сынақтан өткізілді. Газ қоспасы берілуінің көлемдік жылдамдығы 36000 с^{-1} -тан $50\,000 \text{ с}^{-1}$ қа, $200\text{--}400 \text{ }^\circ\text{C}$ температурада түрлендірілді. Mg, Ni, Mn коллоидтар негізіндегі катализаторлар белсенділігіне коллоидты металдар дисперстілігінің мөлшері және енгізу әдістерінің әсер ететіндігі анықталды. Металдар мен комплексқұраушылардың табиғатына байланысты катализаторлардағы металдар концентрацияларының өсуі катализаторлар белсенділігін арттырады. Көмірсутектердің тотығуы (54%) $200\text{--}400 \text{ }^\circ\text{C}$ реакцияларында металдар коллоидтары негізінде синтезделген катализаторлар жоғары белсенділікке ие екендігі анықталды. Коллоидты металдар негізіндегі активті фазалы катализаторларды пайдалану бастапқы қосылыстардың активті үзінділерінің тиімді араласуына және олардың терең тотығу реакцияларының өнімдері көмірқышқыл газы мен суға айналуына әкеліп соқтырады. Синтезделген катализаторлардың едәуір активті үлгілерінің катализдік белсенділігі активті фазалы үлгілердің талғамдылығынан басым түседі, дәстүрлі әдістермен синтезделген (асыл металдар қолдану арқылы) 10-18% ға және метан бойынша – 94-100%, пропан-бутан қоспасы мен көмірсутектер (5% оттегі мөлшерінде) бойынша – 95,8-100 дейін құрайды. Яғни егер де біз Mg, Ni, Mn металдары орнына Pt, Pd, Ir, Au асыл металдарды пайдаланған жағдайда көмірсутектердің толықтай тотығуы нәтижелеріне ие болар едік. Алайда қазіргі уақытта қымбатқа түсетін асыл металдар орнына басқа да металдарды қолдану қажеттілігі туындап отырғандықтан Mg, Ni, Mn осы металдар композицияларын дайындап, сынақтан өткіздік.

1-кестеден байқап отырғанымыздай пропан – бутан қоспасы тотығуы блокты катализатор құрамына қосылатын металл оксидінің табиғатына тығыз байланысты болады. 10%Mg/Ni-Mn құрамды блокты металды катализаторда тотығу 48,0 % құрап отыр 400°C температурада. 2-кестеде метанның тотығу процесінің нәтижелері көрсетілген. Негізі метан пропанға қарағанда нашар тотығады, яғни тотығуы қиындау алайда жоғарыда көрсетілген құрамды блокты металды катализаторда метан пропан-бутанға қарағанда жақсы тотығып отыр.

1-кесте – Пропан-бутан қоспасының тотығуы дайындалды

Температура, $^\circ\text{C}$	Блокты металды катализатор	Пропан: ауа	Шығым, %
200	10%Mg/Ni-Mn/Al ₂ O ₃	1:9	16,4
250	10%Mg/Ni-Mn/Al ₂ O ₃	1:9	19,1
300	10%Mg/Ni-Mn/Al ₂ O ₃	1:9	32,1
350	10%Mg/Ni-Mn/Al ₂ O ₃	1:9	28,2
400	10%Mg/Ni-Mn/Al ₂ O ₃	1:9	48,0

2-кесте – Метанның тотығуы

Температура, $^\circ\text{C}$	Блокты металды катализатор	Метан: ауа	Шығым, %
200	10%Mg/Ni-Mn/Al ₂ O ₃	1:9	26
250	10%Mg/Ni-Mn/Al ₂ O ₃	1:9	28,4
300	10%Mg/Ni-Mn/Al ₂ O ₃	1:9	34,2
350	10%Mg/Ni-Mn/Al ₂ O ₃	1:9	46,1
400	10%Mg/Ni-Mn/Al ₂ O ₃	1:9	54,1

Сынақтар Finetec-4100 ағынды қондырғысында жүргізілді. Реактор диаметрі – 10 мм, катализатор көлемі – 2 см^3 . Газ қоспасы көмірсутектер араластырғышына баллоннан және сығылған ауадан беріліп отырды.

Газ қоспасы хроматографиялық және ОПТОГАЗ газанализаторында реакцияға дейін және реакциядан кейін анализденді. «Кристалл 2000М» хроматографында бастапқы газ түріндегі және сұйық компоненттердің өзгерулері бақыланып отырды.

Қорытынды. Осылайша, жасалынған ғылыми зерттеулер нәтижелері бойынша әр түрлі ұяшық өлшемдері және өзгерген геометриялық каналдары бар тасымалдағыштар дайындалып, металды блокты катализаторларын дайындау және алдын ала өңделген металды блокқа суспен-

зияларды отырғызу технологиялары жасалынды. Ары қарай коллоидтар алу әдістерімен Mg/Ni-Mn металдары негізіндегі екіншілік тасымалдағыштар блокқа қондырылды. Синтезделген катализаторлардың едәуір активті үлгілерінің катализдік белсенділігі активті фазалы (асыл металдар қолдану арқылы) үлгілердің талғамдылығынан басым түседі. Қазіргі уақытта қымбатқа түсетін асыл металдар орнына басқа да металдарды қолдану қажеттілігі туындап отырғандықтан, Mg, Ni, Mn металдар композицияларын дайындап, яғни Mg, Ni, Mn ацетаттары негізіндегі катализаторлар кең температуралық интервалда $\text{CH}_4, \text{C}_3\text{H}_8$ тотықтыру реакцияларында сынақтан өткіздік. рілген

ӘДЕБИЕТ

- [1] Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Промышленно-транспортная экология. – М.: Высшая школа, 2001. – 273 с.
- [2] Калыгин В.Г. Промышленная экология. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2000. – 239 с.
- [3] Инженерная экология / Под ред. В. Т. Медведева. – М.: Гардарики, 2002. – 687 с.
- [4] Практика Комитета по соблюдению Орхусской конвенции (2004-2008) / Под ред. Т. Андрусевич, К. Алге, Клемменс, З. Козак. – Львов, 2008. – 78 с.
- [5] Иноземцев В.Л. Кризис Киотских соглашений и проблема глобального потепления климата // Природа. – 2001. – № 1. – С. 20-29.
- [6] Глобальное изменение климата. Казахстан: шаги к Киотскому протоколу. Проект 70-242 ТАСИС. – Астана, 2006.
- [7] FCCC/CP/1999/7. Review of the implementation of commitments and of other provisions of the Convention. UNFCCC guidelines on reporting and review. UNFCCC Conference of the Parties, Marrakech, Fifth session, Bonn, 25 October – 5 November, 1999.
- [8] Heck R.M., Farrauto R.J., Juloti S.T. Catalytic Pollution Control, Commercial Technology, Second Edition. – New York, A. John Wiley Sons, Inc. – 2002. – P. 250.
- [9] New EPA rules to cut diesel fuel pollution. Will cover off-road machinery // USA Today. – May 11, 2004. – P. 4A.
- [10] Toroude R., Girard P., Marie G. // Coll. Surf. – 1992. – Vol. 67. – P. 19.
- [11] Упушев Е.М. Экология, природа, экономика: Учеб. пособие. – Алматы: ҒЫЛЫМ, 2002. – 328 с.
- [12] Roth D., Gelin P., Primet M. // Appl.Catalysis General. – 2000. – Vol. 203. – P. 37-45.
- [13] Rauch S., Hemond H.F., Barbante C. Importance of automobile exhaust catalyst emissions for the deposition of platinum, palladium, and rhodium in the northern hemisphere // Environ. Sci. Technol. – 2005. – Vol. 1, N 39(21). – P. 8156-8162.
- [14] Masatomo Yashimaa, Lena K. L. Falkc, Anders E. C. Palmqvist, Krister Holmberga. Structure and catalytic properties of nanosized alumina supported platinum and palladium particles synthesized by reaction in microemulsion // Journ. of Coll.& Interface Science. – 2003. – Vol. 268. – P. 348-356.
- [15] Yadava O.P., Palmqvist A., Cruiseb N., Holmberg K. Synthesis of platinum na-noparticles in microemulsions and their catalytic activity for the oxidation of carbon monoxide // Coll. & Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. – 2003. – Vol. 221, N 1-3. – P. 131-134.
- [16] Nemati Kharat A., Pendleton P., Badalyan A., Abedini M., Mohammadpour Amini M. Decomposition of nickel formate on sol-Gel alumina and characterization of product by X-ray photoelectron and TOF-SIMS spectroscopies // Journal Catal. – 2002. – Vol. 205, N 1. – P. 7-15.
- [17] Wang Qing Min, Shen Dongmin, Bulow Martin, Lau Miu Ling, Deng Shuguang, Fitch Frank R., Lemocoff Norberto O., Semanscin Jessica Metallo-organic molecular sieve for gas separation and purification // Microporous and Mesoporous Mater.: Zeolites, Clays, Carbons and Related Materials. – 2002. – Vol. 55, № 2. – P. 217-230.
- [18] Karakas Gurkan, Mitome-Watson Junko, Ozkan Umit S. In situ DRIFTS characterization of wet-impregnated and sol-gel Pd/TiO₂ for NO reduction with CH₄ // Catal. Commun. – 2002. – Vol. 3, № 5. – P. 199-206.
- [19] Masahiro Watanabe, Hisao Yamashita, Xin Chen. Nano-sized Ni particles on hollow alumina ball // Catalysts for hydrogen production // Appl. Catal. B.: Environmental. – 2007. – Vol. 71. – P. 237-245.
- [20] Runduo Zhang, Housbang Alamdari, Serge Kaliaguine. Water vapor sensitivity of nanosized La(Co, Mn, Fe)_{1-x}(Cu, Pd)_xO₃ perovskites during NO reduction by C₃H₆ in the presence of oxygen // Appl. Catal. B.: Environmental. – 2007. – Vol. 72. – P. 331-341.
- [21] Lindsey W. Beakley, Sarah E. Yost, Raymond Cheng, Bert D. Chandler. Nanocomposite catalysts: Dendrimer encapsulated nanoparticles immobilized in sol-gel silica // Appl. Catal. A.: General. – 2005. – Vol. 292. – P. 124-129.

REFERENCES

- [1] Lukanin V.N., Trofimenko Y.V. Industrial and transport ecology. M.: Visshay shkola, **2001**, 273 p. (In Rus).
- [2] Kaligin V.G. Industrial ecology. M.: MNEPU, **2000**, 239 p. (In Rus).
- [3] Medvedev V.T. Engineering ecology. M.: Gardariki, **2002**, 687 p. (In Rus).
- [4] Andrusevich, T. Alge, K. Klemens, Z. Kozak. Practice of Committee on observance of the Orhussky convention (2004-2008). L'vov, **2008**, 78 p. (In Rus).
- [5] Inozemcov V.L. J. Priroda. **2001**, 1, 20-29. (In Rus).
- [6] Global climate change. Kazakhstan: steps to the Kyoto Protocol. Astana, **2006**. (In Rus).
- [7] FCCC/CP/1999/7. UNFCCC guidelines on reporting and review. UNFCCC Conference of the Parties, Marrakech, Fifth session, Bonn, 25 October - 5 November, **1999**. (In Eng).

- [8] Heck R.M., Farrauto R.J., Juloti S.T. Catalytic Pollution Control, Commercial Technology, Second Edition, New York, A. John Wiley Sons, Inc., **2002**, 250 p. (In Eng).
- [9] New EPA rules to cut diesel fuel pollution. Will cover off-road machinery. USA Today, May 11, **2004**, 4A. (In Eng).
- [10] Toroude R., Girard P., Marie G. Coll.Surf. **1992**, 67, 19. (In Eng).
- [11] Upushev E.M. Ecology, nature, economy. Almaty: Gilim, **2002**, 328 p.
- [12] Roth D., Gelin P., Primet M. Appl.Catalysis General. **2000**, 203, 37-45. (In Eng).
- [13] Rauch S., Hemond H.F., Barbante C. Environ. Sci. Technol. **2005**, 1, 39(21), 8156-8162. (In Eng).
- [14] Masatomo Yashimaa, Lena K.L. Falke, Anders E.C. Palmqvist, Krister Holmberga. Journ. of Coll. & Interface Science. **2003**, 268, 348-356. (In Eng).
- [15] Yadava O.P., Palmqvistb A., Cruiseb N. Holmberg K. Coll.&Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. **2003**, 221, 1-3, 131-134. (In Eng).
- [16] Nemati Kharat A., Pendleton P., Badalyan A., Abedini M., Mohammadpour Amini M. Journal Catal. **2002**, 205, 1, 7-15. (In Eng).
- [17] Wang Qing Min, Shen Dongmin, Bulow Martin, Lau Miu Ling, Deng Shuguang, Fitch Frank R., Lemocoff Norberto O., Semanscin Jessica. Microporous and Mesoporous Mater. : Zeolites, Clays, Carbons and Related Materials. **2002**, 55, 2, 217-230. (In Eng).
- [18] Karakas Gurkan, Mitome-Watson Junko, Ozkan Umit S. Catal. Commun. **2002**, 3, 5, 199-206. (In Eng).
- [19] Masahiro Watanabe, Hisao Yamashita, Xin Chen. Appl. Catal. B.: Environmental. **2007**, 71, 237-245. (In Eng).
- [20] Runduo Zhang, Housbang Alamdari, Serge Kaliaguine. Appl. Catal. B.: Environmental. **2007**, 72, 331-341. (In Eng).
- [21] Lindsey W. Beakley, Sarah E.Yost, Raymond Cheng, Bert D. Chandler. Appl. Catal. A.: General. **2005**, 292, 124-129. (In Eng).

КАТАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОЧИСТКИ ТОКСИЧНЫХ ВЫБРОСОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И АВТОТРАНСПОРТА

А. Р. Есильбаева¹, К. С. Рахметова², А. А. Батырбаева¹

¹Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева,
Алматы, Казахстан,

²АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д. В. Сокольского», Алматы, Казахстан

Ключевые слова: токсичные выбросы, окружающая среда, выхлопные газы, катализатор, очистка.

Аннотация. В статье рассмотрены снижение токсичных выбросов промышленности и автотранспорта до международного нормативного предела путем каталитического метода, разработка методики приготовления лабораторных образцов катализаторов на блочных металлических носителях для нейтрализации токсичных выбросов. Производство и внедрение высокоэффективных катализаторов для снижения токсичных газовых выбросов позволит значительно улучшить состояние воздушного бассейна. Методы исследования: кинетические, газохроматографические методы, проточная установка, газожидкостной хроматограф. Приведены разработки технологии приготовления катализаторов, приготовление носителей с различными размерами ячеек и геометрических каналов. Рассмотрены технология нанесения суспензий на приготовленные металлические блоки, методы получения коллоидов для введения вторичных носителей.

Поступила 14.03.2016г.