

Ө.П. Байысбай, У.Б. Назарбек*, Т.М. Ишалиев

т.ғ.к., доцент, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан

PhD, қауымдастырылған профессор, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан

магистрант, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан

*Корреспондент авторы: unazarbek@mail.ru

ӘЛСІЗ АЗОТ ҚЫШҚЫЛЫ ӨНДІРІСІНДЕГІ НИТРОЗДЫ ГАЗДАРДЫ ОРГАНИКАЛЫҚ СІЦІРГІШТЕРМЕН АБСОРБЦИЯЛАУ ҮРДІСІН ЗЕРТТЕУ

Түйін

Мақалада әлсіз азот қышқылы өндірісіндегі нитрозды газдарды трибутилфосфатпен абсорбциялау үрдісін зерттеу нәтижелері келтірілген. Азот оксидтерінің төмен қысымды қысымда газ-сұйықтық жүйесіндегі кинетика тепе-теңдігін зерделеу үшін тұрақты сұйық қабат арқылы толассыз газ ағыны қаныққанға дейін болғанда нұсқаны қолдандық, яғни шығудағы газ концентрациясы бастапқы концентрацияға жеткен уақытқа дейін. Абсорбент ретінде атмосфералық қысымда вакуумдық айдау арқылы алдын ала тазартылған және 4% натрий гидроксиді ерітіндісімен және тазартылған сумен жуылған "Т" маркалы трибутилфосфат пайдаланылды. Зерттеуге мыналар кірді: Абсорбциялық процестің кинетикалық сипаттамаларын талдау Газ-сұйықтық жүйесінің параметрлерін оңтайландыру Трибутилфосфатпен тазарту тиімділігін бағалау Әдісті өнеркәсіптік қолдану бойынша ұсыныстар әзірлеу Нәтижелер нитрозды газдарды тазарту үшін трибутилфосфатты қолдану перспективасын көрсетеді және азот қышқылын өндірудегі технологиялық процестерді жақсарту үшін қолданылуы мүмкін. Зерттеу химия өнеркәсібіндегі азот оксидтерінің шығарындыларын азайтудың өзекті мәселесін шешуге айтарлықтай үлес қосады.

Кілттік сөздер: азот қышқылы, абсорбция, кинетика, нитрозды газдар, газ-сұйықтық жүйесі.

Кіріспе

Адамның өнімді жұмысының салдарларының бірі, саланың қарқынды дамуы, көлік түрлерінің барлық түрлері қалдықтармен зиянды химиялық заттардың шығарылуына байланысты қоршаған ортаның жай-күйінің нашарлауы болды. Атмосфераға жыл сайын 50 млн. тоннадан астам уытты заттар енеді, оның ішінде шамамен 10% химиялық кешен кәсіпорындарында шығарылған азот оксидтерінің есебінен (массасы бойынша) [1].

Азот оксидтерінің қоршаған ортаға, адам денсаулығына зиянды әсері бары белгілі. Жүрек-тамыр және орталық жүйке жүйесінің бұзылуына, металл, бетон және басқа да құрылыстар мен материалдарды бұзып, ұлттық экономикаға үлкен зиян келтіреді.

Қалдық газдарды азот оксидтерінен санитарлық тазалау күрделі және қымбат үрдіс болып табылады. Сондықтан әлсіз азот қышқылы өндірісіндегі нитрозды газдардың абсорбциялануын жетілдіру үрдісі зерттеу және өндіріске енгізу қазіргі таңда өзекті мәселелердің бірі болып табылады.

Жоғарыда аталған мәселелерді шешуге бағытталған теориялық және қолданбалы зерттеулер азот қышқылының өндірісін жақсарту, атап айтқанда, сорбциялық процестерді күшейту арқылы логикалық түрде байланысты. Дегенмен, негізінен тек HNO_3 немесе нитраттар алу үшін бірнеше сорбция сатылары мен аралық тотығусыз бір құрылғыда азот оксидтерін толығымен сіңіру мүмкін емес. Азот қышқылымен немесе сумен абсорбцияны қолдану, азот оксидтерінің көпшілігін газдан шығаруға болады, ал қалпына келмейтін қалдықтар көбінесе молекулалық азотқа дейін азаяды. Бірақ бұл әдіс аз уақыт ішінде тұрақты газ ағынымен және азот оксидтерінің шоғырлануындағы өзгерістердің тар ауқымымен ірі өндірістерде өзін ақтайды.

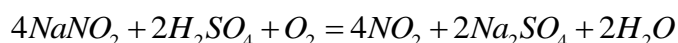
Азот оксидтерінің төмен қысымды қысымда газ-сұйықтық жүйесіндегі кинетика тепе-

теңдігін зерделеу үшін тұрақты сұйық қабат арқылы толассыз газ ағыны қаныққанға дейін болғанда нұсқаны қолдандық, яғни шығудағы газ концентрациясы бастапқы концентрацияға жеткен уақытқа дейін.

Материалдар мен әдістер

Әдіс төмен мәндерде қысым айырмасын өлшеу қиындықтарына байланысты таңдалды. Абсорбент ретінде 4% натрий гидроксиді ерітіндісімен және атмосфералық қысым астында вакуумда дистилденген тазартылған сумен жуылған «Т» санаттағы трибутил фосфаты қолданылды.

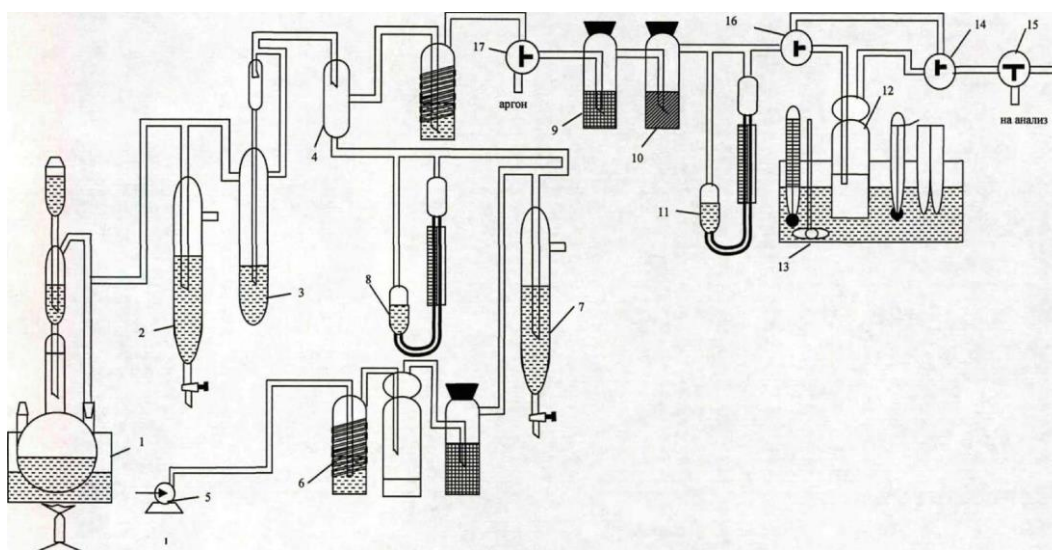
Азот диоксиді натрий нитратының қаныққан ерітіндісінен және концентрацияланған күкірт қышқылынан, содан кейін газдың тотығуынан алынды:



Пайдаланылған реагенттер «ХТ» белгісіне ие болды.

Төмен тепе-теңдік кезінде тепе-теңдікті зерттеу барысында азот диоксиді үздіксіз алынған. Оттегі тотығу агенті ретінде пайдаланылды. Газ көлемі айтарлықтай көлемдегі ыдыстардан өтті, ал шығыс бөлігіндегі тотығу дәрежесі кемінде 90% құрады.

NO₂ төмен қысымды қысым кезінде тепе-теңдікті зерттеуге арналған қондырғының схемасы (сурет 1) азот оксидтерін, ауа дайындау қондырғысын, тотығу қондырғысын, сұйылтуды және азотты газды кептіруді және сіңіру бөлігін өндіруге арналған қондырғыларды құрады.



1-реакциялық колба; 2,7-моностаттар; 3,8,11-реометрлер; 4-тотықтырушы көлем; 5-микрокомпрессор; 6,9,10 - жұтқыштар; 12-абсорбер; 13-термостат; 14,15-шұңқырлар.

Сурет 1. Төмен концентрациядағы тепе-теңдікті зерттеу үшін динамикалық сіңіру қондырғысының диаграммасы

Реакциялық ыдыста (1) тотығу көлеміне (4) маностат (2) және реометр (3) арқылы жеткізілген NO және NO₂ эквимолекулярлық қоспасы алынды. Тотығу үшін ауа сіңіргіш құты (6) арқылы 20% концентрациясы бар микрокомпрессор (5) жеткізілді. көмір қышқылынан тазарту үшін КОН ерітіндісін маностат (7) және реометр (8) арқылы алуға болады. Термостатта (13) орнатылған абсорберге (12) сіңіргіш филлерде (9) және (10) және реометр

арқылы (11) силикагелде және фосфор пентоксидінде кем дегенде 90% тотығу дәрежесі бар натрий газдары кептірілді. Талдау үшін бастапқы және тазартылған газды таңдау қрандар арқылы орындалды (14) және (15). Сұйылтылғаннан кейін газ сіңіруден кейін (16) атмосфераға шығарылды. NO және NO₂ концентрациясын анықтау үшін, KI 10% ерітіндісімен және сутегі асқынуының 3% ерітіндісімен сіңіру шұңқырлары арқылы 1 минуттан дәйекті түрде өткізілді. Бірінші бөтелкеде шығарылған йодин 0.01-0.1 натрий тиосульфат ерітіндісімен титрленген, екінші шөлмеде пайда болатын азот қышқылы 0,01 н.с. натрий гидроксиді ерітіндісі болды. Газдағы NO және NO₂ ішінара қысымының есептелуі келесі формула бойынша жүзеге асырылды:

$$P = \frac{a \cdot N_T \cdot k \cdot 22,4}{W_0 \cdot \tau \cdot 1000} \quad (1)$$

a - титранттың көлемі, см³;

N_T - титрант ерітіндісінің қалыптылығы;

k – түзетуші коэффициент;

W_0 – қалыпты жағдайдағы газдың көлемдік жылдамдығы, нл/мин;

τ – сынаманы іріктеу уақыты, мин.

$$W_0 = \frac{W \cdot P_0 \cdot 273}{760 \cdot T} \quad (2)$$

W_0 – тәжірибе жағдайындағы газдың көлемдік жылдамдығы, л/мин;

T – температура, К;

P_0 – барометрлік қысым, мм.сын.бағ.

Сұйық фазаны талдау үшін 1 мл ерітінді алынып, тазартылған сумен 50 мл-ге дейін сұйылтылып, рН-метрде 0,1 н NaOH ерітіндісімен титрленген. Еріткіштің жұтылу қабілеттілігін есептеу формулаға сәйкес жүзеге асырылды:

$$S = a \cdot N_T \cdot k \cdot 22,4 \text{ нм}^3/\text{м}^3 \quad (3)$$

Кез-келген сіңіру жүйесі үшін белгілі бір жағдайларда сорбентпен жұтуға болатын газдың ең көп мөлшерін анықтауға мүмкіндік беретін тепе-теңдік сипаттамаларын білу керек. Тепе-теңдік сипаттамалары процестің қозғаушы күшін анықтау үшін жұтылу кинетикасын есептеу кезінде де қажет.

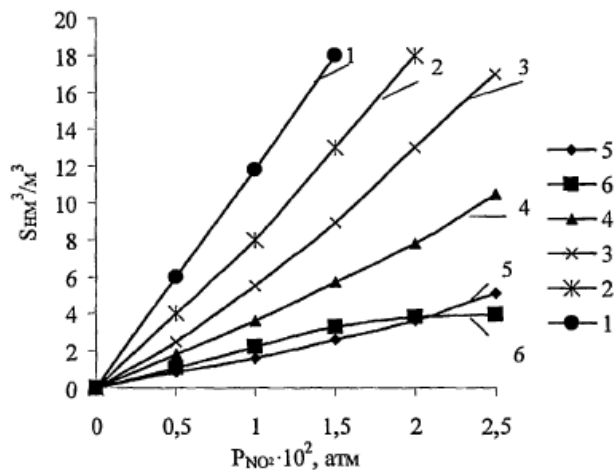
Тепе-теңдік бойынша зерттеулер 288-ден 338 К-ге дейін және ішінара қысым 0.0002-ден 0.025-ге дейін өткізілді.

1-кестеде ТБФ-дегі NO₂ ерігіштігінің эксперименттік деректері келтірілген. Әрбір нүкте үш эксперименттің орташа мәні болып табылады.

Кесте 1. «NO₂ - ТБФ» жүйесінде тепе-теңдік туралы эксперименттік деректер

№	Парциалды қысым $P \cdot 10^5$ ат	Абсорбциялық сыйымдылық $S, \text{нм}^3/\text{м}^3$	Мольдік үлес $N \cdot 10^2$	№	Парциалды қысым $P \cdot 10^5$ ат	Абсорбциялық сыйымдылық $S, \text{нм}^3/\text{м}^3$	Мольдік үлес $N \cdot 10^2$
288 К				293 К			
1	0,021	0,37	0,447	1	0,050	0,38	0,457
2	0,045	0,63	0,759	2	0,201	0,45	1,738
3	0,200	2,25	2,659	3	0,420	3,13	3,678
4	0,480	5,30	6,046	4	0,850	6,75	7,607
5	0,730	8,25	9,105	5	1,050	8,35	9,243
6	1,380	15,74	25,048	6	1,470	12,05	12,815
7	2,400	28,75	25,875	7	2,400	21,02	20,408
303 К				318 К			
1	0,045	0,21	0,258	1	0,050	0,13	0,160
2	0,220	1,03	1,251	2	0,220	0,61	0,755
3	0,671	3,45	4,072	3	0,600	2,03	2,469
4	1,001	5,50	6,338	4	1,020	3,48	4,159
5	1,601	9,43	10,397	5	1,750	6,44	7,434
6	2,390	15,05	15,625	6	2,370	9,32	10,413
338 К							
1	0,050	0,079	0,100				
2	0,120	0,191	0,242				
3	0,490	0,780	0,981				
4	0,905	1,450	1,808				
5	1,500	2,612	3,211				
6	2,415	4,550	5,463				

ТБФ-нің азот диоксидінің қысымына сіңіру қабілеттілігінің графикалық тәуелділігі сурет 2-те келтірілген, оның көмегімен ТБФ-ның жұтылу қабілеті 55% азот қышқылында (6-қисық) NO₂ ерігіштігіне қарағанда әлдеқайда жоғары екендігін көруге болады. Бұл фактіні ескере отырып, ТБФ-ның сорбент NO₂ ретінде артықшылығы туралы және оны сұйылтылған азоттық газдардан сіңіру үшін пайдалану мүмкіндіктері туралы айтуға болады.



Сурет 2. Азот диоксиді бойынша ТБВ (1-5 қисықтар) және азот қышқылының абсорбиондылық сыйымдылығы: 1 - 288 К; 2, 6-293 К; 3-303 К; 4-318К; 5-338К.

Абсорбердің температурасын жоғарылату оның жұтылу қабілетінің төмендеуіне әкеледі. Бұл абсорбция процестерінің жалпы заңдарына сәйкес келеді, өйткені олар жүйенің энтальпиясын төмендетеді. Ішінара қысымның артуымен ТБФ сіңіру қабілетін айтарлықтай арттыру байқалады. Бұл факт шешімнің регенерациясы әдісі ретінде қысымның төмендеуін пайдаланудың орындылығын көрсетеді [2].

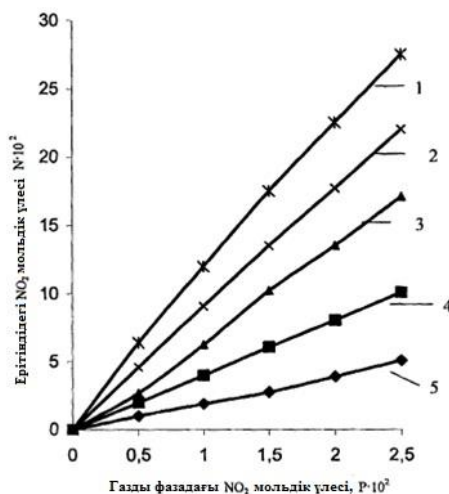
Ерітіндідегі азот диоксидінің аз мөлшерімен (сурет 3) 0,1 мольдік фракциясына дейін жүйеде тепе-теңдікті теңдеулермен сипаттауға болады:

$$P = k \cdot N \quad (4)$$

P – газдағы NO_2 парциалды қысымы, атм.;

k – Генри тұрақтысы

N – ерітіндідегі NO_2 мольдік үлесі.



Сурет 3. Азот диоксиді-трибутилфосфат жүйесіндегі тепе-теңдік изотермасы: 1 -288 К; 2 - 293 К; 3-303 К; 4-318К; 5-338К

Қысым мен температураның кең диапазонында азот диоксидінің ерігіштігі, тепе-теңдік қысымын эмпирикалық теңдеуден есептеуге болады:

$$P = k \cdot N^h \quad (5)$$

4 және 5 теңдеулердегі коэффициенттердің мәндері 2-кестеде келтірілген.

Кесте 2. 4 және 5 теңдеулердегі коэффициенттердің мәндері

Температура, К	288	293	303	318	338
k, атм (4-теңдеу)	0,078	0,112	0,165	0,238	0,503
k, атм (5-теңдеу)	0,115	0,120	0,143	0,197	0,393
H	1,157	1,011	0,971	0,936	0,957

«k» коэффициенті тепе-теңдік тұрақты болып табылады және сұйықтықтағы газдардың ерігіштігі өлшемі ретінде қызмет етуі мүмкін.

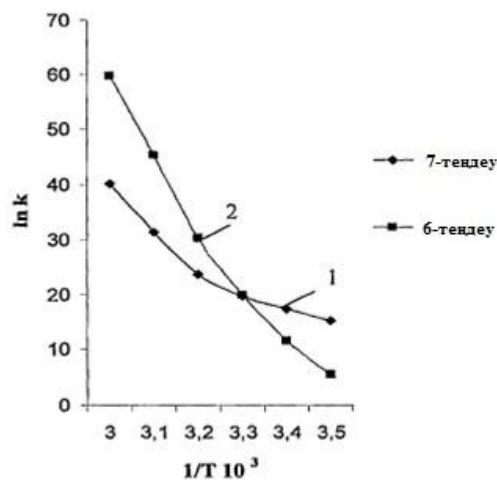
$$m = \frac{k}{P_0} < 1 \quad (6)$$

кезінде (мұндағы, P_0 -абсорбция қысымы; бізде $P_0 = 1 \text{ атм}$) газ өте ерігіш боп келеді. $1 < m < 100$ болғанда, газ қалыпты ерісе, $m > 100$, газ нашар ериді.

Біздің жағдайда $m < 1$, яғни, азот диоксиді ТБФ жақсы ерітеді. Тепе-теңдік тұрақты температураның термодинамикалық тәуелділігі теңдеу арқылы көрсетіледі:

$$\frac{d \ln k}{dT} = \frac{\Delta H}{RT^2} \quad (7)$$

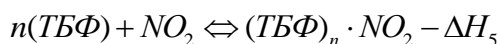
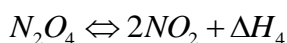
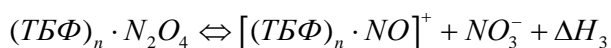
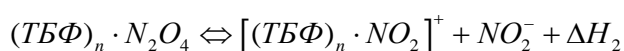
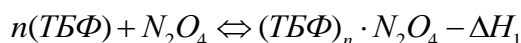
мұндағы, ΔH – дифференциалдық жылу. Бұл теңдеудің зерттеліп жатқан жүйеге қолданылуы $\ln k \div \frac{1}{T}$ координаттардағы сызықты формаға дейін азайту арқылы расталады (сурет 4).



Сурет 4. Өзара температурада тепе-теңдік тұрақты логарифмінің тәуелділігі

Нәтижелер және талқылау

Алынған тәуелділік азот диоксидінің ТБФ сіңуін есептеуге мүмкіндік берді. Генридің тұрақты мәндерін пайдалана отырып, 27.9 кДж / моль және эмпирикалық теңдеуді пайдалана отырып, 14.01 кДж / моль болды. Алғашқы жылудың жоғары мәні Генри заңы ерігіштігі NO₂ ең белсенді ТБФ молекулалары арқылы шешілетін кезде тепе-теңдікті өте төмен ерігіштігі мәндерінде (0,1 моль фракциясына дейін) сипаттайтын фактымен түсіндіріледі. NO₂ мазмұнын жоғарылату арқылы жұтылудың жылу (14.01 кДж / моль) физикалық жұтылуына сәйкес келеді. NO₂ және ТБФ молекулаларын еріту мүмкіндігі олардың химиялық қасиеттерімен анықталады: ТБФ - бұл электронды донор, ал NO₂ және N₂O₄ молекулалары құрамында π-байланыстарына ие және электронды қосылуға бейім [3]. Сондықтан, азот диоксиді тепе-теңдік газ қоспасынан жұтылу кезінде келесі процестер мүмкін:



Ғалымдардың айтуынша, түзілген сольваттар құрамы 2ТБФ* N_2O_4 немесе ТБФ* NO_2 . Мұндай құрылым біздің деректерімізбен жанама расталады, өйткені шешімдердегі химиялық өзара әрекеттесудің болуына қарамастан, төмен концентрациядағы жүйе NO₂ Генри заңына мойынсұнады және бұл сіңірілетін газдың бір молекуласының өзара әрекеттесетін бір молекуласының қалыптасуы мүмкін. Әлбетте, газ және сұйық фазаларда NO₂ мен N₂O₄ арасындағы молекулалар арасындағы тепе-теңдік әр түрлі, сондықтан ерітіндідегі NO₂ концентрациясының жоғарылауымен түзу заңынан ауытқу байқалады. ТБФ-дегі NO₂ концентрациясы төмен болғандықтан, оның ерітіндісіне қысым қатты дәрежеде тәуелді, оны ерітіндіні толығымен қалпына келтіру үшін оны екі кезеңде жүзеге асыру қажет:

- 1) газдың негізгі бөлігін алу үшін қысымды төмендету;
- 2) қалдық NO₂ жою үшін 368 + 373 К температурада қызады.

Қайталанатын (20 есе) сіңіру және десорбция циклдары ерітіндінің жұтылу қабілетінің өзгеруіне жол бермейтіндігін көрсетті. Регенерацияның толықтығының дәлелі трибутилфосфаттың бастапқы қалпына келтірілген ерітінділерінің сыну көрсеткіштерінің теңдігі болды. Осылайша, ТБФ NO-ге қатысты жоғары сіңіру қабілетіне ие, бұл процесс кері айналады, ерітіндінің қысымы төмендейді және температураның жоғарылауымен қалпына келтіріледі. Осы фактілерді, сондай-ақ ТБФ-ның практикалық тұрақсыздығын және химиялық қарсылығын ескере отырып, төмен концентрациялы азотты газдарды өңдеу үшін оны пайдалану перспективалы деп айтуға болады.

Қорытынды

Осы зерттеуде азот оксидтерінің (NO_x) қоршаған ортаға әсері мен оларды тазалаудың тиімді әдістері қарастырылды. Өнеркәсіп пен көлік қызметінің нәтижесінде атмосфераға жылына 50 млн тоннадан астам улы заттар шығарылады, оның 10%-ын азот оксидтері құрайды. Бұл заттар адам денсаулығына (жүрек-қан тамыр және нерв жүйесі ауруларына), құрылыс материалдарына және ұлттық экономикаға қатты зиян келтіреді. Зерттеу барысында

азот қышқылы өндірісіндегі нитрозды газдарды трибутилфосфатпен абсорбциялау процесі зерттелді. Төмен қысымда газ-сұйықтық жүйесіндегі кинетикалық тепе-теңдік талданып, абсорбция процесінің тиімділігі бағаланды. Қолданылған әдістеме минималды қысым айырмасын дәл өлшеуге мүмкіндік берді. Бұл зерттеу химиялық өнеркәсіпте экологиялық мәселелерді шешуге бағытталған және азот оксидтерінің шығарындыларын азайтудың жаңа әдістерін әзірлеуге негіз болуы мүмкін. Болашақта осы бағыттағы зерттеулерді тереңдету және өнеркәсіптік масштабта сынау қажет, азот оксидтерінің зиянын азайту және қоршаған ортаны қорғау бүгінгі таңда өзекті мәселе болып табылады. Ұсынылған әдістеме осы мәселені шешуге қолданылатын тиімді тәсілдердің бірі ретінде қарастырылуы мүмкін.

Әдебиеттер тізімі

1. Кузнецов И.Е., Троцкая Т.М. Защита воздушного бассейна от загрязнения вредными веществами химических предприятий. М.: «Химия», 1999, 314с.
2. Полак Л.С., Щипачев В.С. Кинетика и термодинамика химических реакций в низкотемпературной плазме. М: Наука, 1995, 151с.
3. Терещенко Л.Я., Панов В.П., Чупалова Т.А. О равновесии в системе «трибутилфосфат — азотная кислота —NOx» // Тез. докл. XI Всеросс. науч.-техн. межвуз. конф. по ТНВ и МУ Новочеркасск, 1998, с.173-174.
4. Ершов А.И., Голдар, А. П., Рабко, А. Е. Опытнo-промышленные исследования процесса абсорбции оксидов азота селективными поглотителями. Мына сілтемеде: <https://www.openrepository.ru/article?id=45066> 2020
5. Х. Мекен Қазазот жағдайында жылдық өнімділігі 50000 т азот қышқылын өндіру цехын жобалау. Алматы, 2029, 43 б.
6. Азот өнімдерін өндірудегі аппаратшылар" кәсіби стандартын бекіту туралы. Мына сілтемеде: [https://zakon.uchet.kz/kaz/docs/V1300009383\(30.03.2016\)](https://zakon.uchet.kz/kaz/docs/V1300009383(30.03.2016))
Демьянцева, Е. А. Механизм образования и негативное влияние выбросов, содержащих оксиды азота / Е. А. Демьянцева, Е. А. Шваб, Е. О. Реховская. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2017. — № 2 (136). — С. 231-234. — URL: <https://moluch.ru/archive/136/38002>.

References

1. Kuznecov I.E., Trockaja T.M. Zashhita vozdušnogo bassejna ot zagrjaznenija vrednymi veshhestvami himicheskikh predpriyatij. M.: «Himija», 1999, 314s.
2. Polak L.S., Shhipachev B.C. Kinetika i termodinamika himicheskikh reakcij v nizkotemperaturnoj plazme. M: Nauka, 1995, 151s.
3. Tereshhenko L.Ja., Panov V.P., Chupalova T.A. O ravnovesii v sisteme «tributilfosfat — azotnaja kislota —NOx» // Tез. dokl. XI Vseross. nauch.-tehn. mezhvuz. konf. po TNV i MU Novoçherkassk, 1998, s.173-174.
4. Ershov A.I., Goldar, A. P., Rabko, A. E. Opytno-promyshlennye issledovaniya processa absorbcii oksidov azota selektivnymi poglotiteljami. Myna siltemede: <https://www.openrepository.ru/article?id=45066> 2020
5. H. Meken Qazazot jağdaiynda jyldyq önımdılığı 50000 t azot qyşqylyn öndiru sehyn jobalau. Almaty, 2029, 43 b.
6. Azot önımderin öndırudeğı aparatsylar" käsibi standartyn bekitu turaly. Myna siltemede: [https://zakon.uchet.kz/kaz/docs/V1300009383\(30.03.2016\)](https://zakon.uchet.kz/kaz/docs/V1300009383(30.03.2016))
7. Dem'janceva, E. A. Mehanizm obrazovaniya i negativnoe vlijanie vybrosov, soderzhashhih oksidy azota / E. A. Dem'janceva, E. A. Shvab, E. O. Rehovskaja. — Tekst : neposredstvennyj // Molodoj uchenyj. — 2017. — № 2 (136). — S. 231-234. — URL: <https://moluch.ru/archive/136/38002>.

О.П. Байысбай, У.Б. Назарбек*, Т.М. Ишалиев

к.т.н., доцент, bayi1961_1@mail.ru, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
PhD, ассоциированный профессор, unazarbek@mail.ru, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
магистрант, talgatt@mail.ru, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА АБСОРБЦИИ НИТРОЗНЫХ ГАЗОВ ОРГАНИЧЕСКИМИ ПОГЛОТИТЕЛЯМИ В ПРОИЗВОДСТВЕ СЛАБОЙ АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ

Аннотация

В статье приводятся результаты исследования процесса абсорбции трибутилфосфатом нитрозных газов в производстве слабой азотной кислоты. Для изучения кинетического равновесия оксидов азота при давлении низкого давления в системе газ-жидкость мы использовали вариант, когда непрерывный поток газа через постоянный жидкий слой был насыщен, то есть до тех пор, пока концентрация газа на выходе не достигла исходной концентрации. В качестве абсорбента использовался трибутилфосфат марки "Т", предварительно очищенный вакуумной перегонкой при атмосферном давлении и промытый 4% раствором гидроксида натрия и дистиллированной водой. Исследование включало: анализ кинетических характеристик абсорбционного процесса оптимизация параметров газо-жидкостной системы оценка эффективности очистки Трибутилфосфатом разработка рекомендаций по промышленному применению метода результаты показывают перспективу применения трибутилфосфата для очистки нитрозных газов и могут быть использованы для улучшения технологических процессов в производстве азотной кислоты. Исследование вносит значительный вклад в решение насущной проблемы сокращения выбросов оксидов азота в химической промышленности.

Ключевые слова: азотная кислота, абсорбция, кинетика, нитрозные газы, газо-жидкая система.

O.P. Bayysbai, U.B. Nazarbek*, T.M. Ishaliev

candidate of Technical Sciences, Associate Professor, bayi1961_1@mail.ru, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
PhD, Associate Professor, unazarbek@mail.ru, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
master student, talgatt@mail.ru, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

INVESTIGATION OF THE ABSORPTION OF NITROUS GASES BY ORGANIC ABSORBERS IN THE PRODUCTION OF WEAK NITRIC ACID

Abstract

The article presents the results of a study of the process of absorption of nitrosic gases by tributyl phosphate in the production of weak nitric acid. To study the kinetics balance of nitrogen oxides in a gas-liquid system at low pressure pressure, we used the option when the continuous gas flow through a stable liquid layer is until saturation, that is, until the gas concentration at the outlet reaches the initial concentration. Tributyl phosphate of the "T" brand was used as an absorbent, pre-purified by vacuum distillation at atmospheric pressure and washed with 4% sodium hydroxide solution and distilled water. The study included: analysis of the kinetic characteristics of the absorption process optimization of the parameters of the gas-liquid system evaluation of the efficiency of Purification with Tributyl phosphate development of recommendations for the industrial application of the method the results show the prospect of using tributyl phosphate for the purification of nitrosic gases and can be used to improve technological processes in the production of nitric acid. The study makes a significant contribution to solving the urgent problem of reducing nitrogen oxides emissions in the chemical industry.

Key words: nitric acid, absorption, Kinetics, nitrogenous gases, gas-liquid system.