Література

1. Огурцов, А. П. Сучасне довкілля та шляхи його покращення / А. П. Огурцов, М. Д. Волошин. – К.: НМЦ ВО, 2003. – 547 с.
2. Лейтес, И. Л. Теория и практика химической энерготехнологии / И. Л. Лейтес, М. Х. Сосна, В. П Семенов.– М.: Химия, 1988. – 280 с.
3. Краснянский, М. Е. Утилизация и рекуперация отходов / М. Е. Краснянский – К.: КНТ, 2007. – 288 с.
4. Харлампович, Г. Д. Безотходные технологические процессы в химической промышленности / Г. Д. Харлампович, Р. И. Кудряшова. – М.: Химия, 1978. – 280 с.
5. Novak M. Hygroskopicnost soustavy dusicnany amonny - dusicnan vapenaty //Chemicky prumysl. – 1967. – Roc.17/42. – P.16-18.
6. Селітра кальцієва розчин: ТУУ6-1344191.003 – 99. Дніпродзержинськ, ПП "Екоантилід".
7. Постоянный технологический регламент производства растворов кальциевой селитры утвержденный директором ГП "Экоантилёд" Беловым О.В., 2009.
8. Власян, С. В. Дослідження хімічного складу шламу з виробництва кальцієвої селітри, як сировини для одержання мінерального добрива / С. В. Власян, В. Е. Іванко, М. А. Олійник, А. Б. Шестозуб, М. Д. Волошин // Збірник тез доповідей VI Всеукр. наук. конф. студентів, аспірантів і молодих учених «Хімічні проблеми сьогодення». – Донецьк: ДонНУ, 2012. - С.120.
9. ГОСТ Р 51520-99. Удобрения минеральные.
10. Петухов, М. П. Агрохимия и система удобрения / М. П. Петухов, Е. А. Панова, Н. Х. Дудина. - М.: Агропромиздат, 1985. - 351 с.

Досліджено процес фотоокиснення азоту повітря до нітроген монооксиду атомами оксигену $O(^1D)$, що утворюються під час фотолізу молекул нітроген діоксиду збудженого стану при некогерентному опроміненні ртутними лампами з різними робочими спектрами випромінювання. Встановлено, що найкращий вихід NO досягається при використанні випромінювання з діапазоном довжин хвиль 230-454 нм

Ключові слова: N_2, фотоліз NO_2, синглетний атом оксигену, джерела випромінювання, вихід NO

Исследован процесс фотоокисления азота воздуха до оксида азота атомами кислорода $O(^1D)$, образующимися при фотолизе молекул диоксида азота возбужденного состояния при некогерентном облучении ртутными лампами с разными рабочими спектрами излучения. Установлено, что лучший выход NO достигается при использовании облучения с диапазоном длин волн 230-454 нм

Ключевые слова: N_2, фотолиз NO_2, синглетный атом кислорода, источники излучения, выход NO

УДК 541.141.7

ПРО ФОТОСИНТЕЗ NO ПРИ НЕКОГЕРЕНТНОМУ ОПРОМІНЕННІ

І. В. Кравченко
Кандидат технічних наук, доцент
Кафедра технології неорганічних речовин та екології
Технологічний інститут Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м.Сєвєродонецьк)
пр. Радянський, 59а,
м. Сєвєродонецьк, Україна,93406
E-mail: innakrav@rambler.ru

1. Вступ

Молекулярний азот реагує зі збудженими атомами оксигену конфігурації $O(^1D)$ з утворенням нітроген геміоксиду за реакцією:

$$N_2+O(^1D) \xrightarrow{M} N_2O, \quad (1)$$

де М – повітря.

Нітроген геміоксид, що міститься в атмосфері та зафіксований у міжзоряному просторі, нагромаджується там [1, 2] саме завдяки реакції (1). Антропогенний N_2O утворюється при розкладанні нітратних добрив у ґрунті, міститься у газових викидах багатьох хімічних виробництв. При потраплянні у тропосферу і, далі, у стратосферу він руйнується частково внаслідок фотолітичної дисоціації:

$$N_2O+h\nu \rightarrow N_2+O(^1D), \quad (2)$$

та частково від взаємодії з реакційноздатним атомом оксигену $O(^1D)$, що утворюється також під час фотолізу молекулярного кисню [2, 3], і може перетворюватися на нітроген монооксид:

$$N_2O+O(^1D) \rightarrow N_2+O_2, \quad (3)$$

$$N_2O+O(^1D) \rightarrow 2NO. \quad (4)$$

З метою зниження собівартості цільових продуктів та скорочення викидів озоноруйнуючого N_2O реакції (1), (4) доцільно реалізувати для отримання монооксиду нітрогену фотохімічним способом, наприклад, у виробництвах нітратної кислоти замість традиційного процесу окиснення аміаку на платинородієвому ката-

© І. В. Кравченко, 2013

лізаторі, та адипінової кислоти, де N_2O утворюється як побічний продукт.

2. Літературний огляд

Відоме термохімічне окиснення молекулярного азоту до нітроген монооксиду проміжним збудженим нітроген (VI) оксидом NO_3*, який утворюється при розкладанні пари нітратної кислоти за температури близько 1173К [4, 5]:

$$N_2+NO_3^*\text{–>}N_2O+NO_2. \quad (5)$$

З реакцій (1), (5) очевидно, що атом оксигену $O(^1D)$ утворюється при дисоціації NO_3* та передається молекулі N_2. За даними роботи [6] збуджений NO_3* утворюється при опроміненні молекули основного стану (довжина хвилі 662 нм):

$$NO_3+h\nu\text{–>}NO_3^*,\ h\nu=180{,}8\ \text{кДж}. \quad (6)$$

У вказаних умовах нітроген (IV) оксид основного та збудженого станів дисоціює з утворенням NO і атому оксигену основного стану $O(^3P)$, тому як окисник азоту виступати не може [7]. Реакція $N_2+NO_2^* \not\rightarrow N_2O+NO$ заборонена за симетрією, а кінцеві продукти розкладання пари нітратної кислоти NO_2, O_2 та H_2O є баластними сполуками для процесу окиснення N_2 проміжними продуктами розкладання пари нітратної кислоти. Але ж, з іншого боку, NO_2 основного стану є забарвленою сполукою і поглинає світло в УФ та видимому діапазоні спектру, навіть декілька фотонів послідовно, що веде до його дисоціації. Тому необхідно дослідити спряжений процес послідовного двохфотонного поглинання молекулою NO_2 (з утворенням атомів $O(^1D)$ при дисоціації) та одночасного фотохімічного окиснення N_2 до N_2O й далі до NO.

У роботі [8] досліджувався аналогічний процес одержання OH-радикалів когерентним імпульсно-лазерним опроміненням молекули NO_2 основного стану спочатку фотонами з довжиною хвилі 432 нм для утворення NO_2* збудженого стану, а потім з довжиною хвилі 449 нм:

$$NO_2+h\nu\text{–>}NO_2^*,\ NO_2^*+h\nu\text{–>}NO_2^{**},$$
$$NO_2^{**}\text{–>}NO+O(^1D),\ O(^1D)+H_2O\text{–>}2OH. \quad (7)$$

Було встановлено, що енергії опромінення з довжиною хвилі 435 нм достатньо як для переходу $NO_2+h\nu$–> –>NO_2*, так і для переходу $NO_2^*+h\nu$–> –>NO_2^{**}–>$NO+O(^1D)$. При довжині хвилі вторинних фотонів від 450 до 532 нм й більше енергії вже недостатньо для отримання $O(^1D)$, адже утворення OH-радикалів вже не спостерігалось, з чого зрозуміло, що для отримання молекули NO_2* збудженого стану необхідні фотони з енергіями в інтервалі довжин хвиль 430-435 нм, а для поглинання другого фотону необхідна енергія довжин хвиль 435-449 нм.

Дотепер у великотоннажних промислових технологіях лазерне когерентне опромінення для газових середовищ не використовувалось внаслідок технічних складнощів, тому доцільно дослідити вплив некогерентного опромінення, наприклад, ртутними лампами.

Для отримання очікуваного результату (як при послідовному двохфотонному поглинанні від когерентного опромінення) необхідне, ймовірно, застосування одночасно двох і більше джерел некогерентного випромінювання в одному напрямку. З метою прогнозу впливу некогерентного двохфотонного опромінення приведемо результати когерентного опромінення газу такого ж складу при різних довжинах хвиль (872-230 нм) у табл. 1.

Таблиця 1

Перетворення NO_2 основного стану при когерентному опроміненні

Довжина хвилі, нм	Перетворення з основного стану	Час перетворення, с [9]	Літ. джерело
у перший збуджений стан			
872 871-546	$NO_2(^2A_1)+ hn\text{->}NO_2(^2B_2)$ $NO_2(^2A_1)+(h\nu)' \xrightarrow{+M} NO_2(^2B_2)+(h\nu)''$ $NO_2(^2A_1)+(h\nu)' \xrightarrow{+M} NO_2(^2B_2)+M^*$	10^{-17}-10^{-15}	[10]
у другий збуджений стан			
545,6 545-436	$NO_2(^2A_1)+ hn\text{->}NO_2(^2B_1)$ $NO_2(^2A_1)+(h\nu)' \xrightarrow{+M} NO_2(^2B_1)+(h\nu)''$ $NO_2(^2A_1)+(h\nu)' \xrightarrow{+M} NO_2(^2B_1)+M^*$	10^{-17}-10^{-15}	[10]
у третій збуджений стан			
435 434-399	$NO_2(^2A_1)+ hn\text{->}NO_2(^2A''_2)$ $NO_2(^2A_1)+(h\nu)' \xrightarrow{+M} NO_2(^2A_2'')+(h\nu)''$ $NO_2(^2A_1)+(h\nu)' \xrightarrow{+M} NO_2(^2A_2'')+M^*$	10^{-17}-10^{-15}	[8]
фотоліз з утворенням $O(^3P)$			
398 397-245	$NO_2(^2A_1)+ hn\text{->}NO+O(^3P)$ $NO_2(^2A_1)+(h\nu)' \xrightarrow{+M} NO+O(^3P)+(h\nu)''$ $NO_2(^2A_1)+(h\nu)' \xrightarrow{+M} NO+O(^3P)+M^*$	10^{-15}-10^{-13}	[2, 8]
фотоліз з утворенням $O(^1D)$			
244 243-230	$NO_2(^2A_1)+ hn\text{->}NO+O(^1D)$ $NO_2(^2A_1)+(h\nu)' \xrightarrow{+M} NO+O(^1D)+(h\nu)''$ $NO_2(^2A_1)+(h\nu)' \xrightarrow{+M} NO+O(^1D)+M^*$	10^{-15}-10^{-13}	[2]

У табл. 1: $h\nu$ – порогова енергія фотонів (кДж), що поглинаються; $(h\nu)'$ – енергія фотонів (кДж), що поглинаються, $(h\nu)'>h\nu$; $(h\nu)''$ – енергія фотонів (кДж), що утворюються, $(h\nu)''<(h\nu)'$.

З даних табл. 1 можна зробити висновок, що у початковий період часу при некогерентному опроміненні фотохімічні реакції утворення атомів оксигену з NO_2

основного стану в інтервалі довжин хвиль 398-230 нм не повинні спостерігатися з причини їх тривалого часу перетворення. Отже, при окисненні N_2 в інтервалі довжин хвиль 872-399 нм спочатку матимуть місце тільки дуже швидкі переходи молекул NO_2 з основного у збуджені стани. Таким чином, при некогерентному опроміненні NO_2 атоми оксигену $O(^1D)$ можуть утворитися тільки із збудженого (переважно третього) стану нітроген діоксиду, для чого він має поглинути ще один фотон. Розрахунки показують, що довжина хвилі другого фотону (який можна отримати від додаткового джерела некогерентного випромінювання) при довжинах хвиль першого поглиненого фотону 399-462 нм повинна становити 491-420,6 нм.

Перетворення NO_2 при некогерентному опроміненні теоретично можуть бути отримані, тільки якщо джерело випромінювання дає такий самий спектр 872-230 нм з такою ж відносною енергією кожної довжини хвилі.

3. Експериментальний синтез NO при некогерентному опроміненні

Окиснення азоту повітря здійснювали на дослідній установці (рис. 1), яка мала вузли одержання оксидів нітрогену $NO+NO_2$, окиснення NO до NO_2, опромінення суміші $NO_2+N_2+O_2$ ртутними лампами та вузол вловлювання NO_2 лужним розчином.

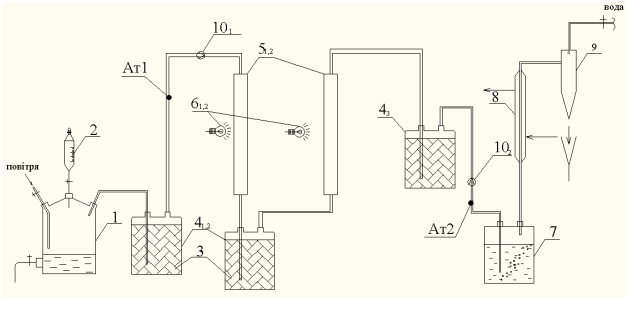

Рис. 1. Дослідна установка фотоокиснення молекулярного азоту повітря: 1 — ємність з нітритом натрію; 2 — крапельна лійка з сульфатною кислотою; 3 — скляна насадка; $4_{1,2,3}$ — доокиснювачі NO; $5_{1,2}$ — кварцові трубки; $6_{1,2}$ — джерела випромінювання; 7 — лужна пастка; 8 — холодильник; 9 — водоструминний насос; $10_{1,2}$ — реометри; A_T1, A_T2 — точки відбору проб

Суміш $NO+NO_2$ утворювалась в ємності 1 за реакцією сульфатної кислоти (90-95%) з насиченим розчином нітриту натрію:

$$H_2SO_4+2NaNO_2 \rightarrow Na_2SO_4+NO+NO_2+H_2O. \quad (8)$$

Окиснення NO до NO_2 відбувалось в ємності 1 та доокиснювачі 4_1. Необхідного мольного співвідношення $NO_2:N_2:O_2=1:1:1$ досягали шляхом контролю швидкості подачі повітря в ємність 1 за допомогою водоструминного насоса 9 та додавання сульфатної кислоти з лійки 2. Склад вихідної газової суміші визначався в точці відбору проб A_T1, витрата газу вимірювалась реометром 10_1. В реакторі 5_1 газ опромінювався ртутними лампами, встановленими протилежно по перетину реактора, проходив через доокиснювач 4_2 та потрапляв у другий реактор 5_2, який опромінювався аналогічно реактору 5_1. Після доокиснювача 4_3 вимірювали витрату газу та аналізували його склад.

Досліджували можливість утворення монооксиду нітрогену з молекулярного азоту повітря при застосуванні ртутних ламп ПРК-2, ПРК-4, ДРТ-125 для опромінення реакційної суміші газів в реакторі 5_1 та визначали їх необхідну кількість. Реактор 5_2 опромінювався однією з цих ламп, оскільки раніше було встановлено [5], що нітроген геміоксид окиснюється не тільки атомом оксигену $O(^1D)$ за реакціями (3), (4), а й молекулою $NO_2(^2A''_2)$ третього збудженого стану:

$$N_2O+NO_2(^2A''_2) \rightarrow 3NO, \quad (9)$$

$$N_2O+NO_2(^2A''_2) \rightarrow N_2+O_2+NO. \quad (10)$$

Робочі спектри ртутних ламп ПРК-2, ПРК-4 та ДРТ-125 наведені в табл. 2 (спектр ДРТ-125 визначений у Сєвєродонецькому ОКБА на спектрофотометрі «Сатурн-3» за допомогою квантового лічильника з флуоресцентним перетворювачем).

Таблиця 2

Робочі спектри досліджуваних ртутних ламп

ДРТ-125			ПРК-2, ПРК-4 [11]		
l, нм	hn, кДж×моль$^{-1}$	відносна енергія, %	l, нм	hn, кДж×моль$^{-1}$	відносна енергія, %
230	520,09	3	248,2	481,95	10,5
237,5	503,66	13,5	253,7	471,50	25,9
239,4	499,77	7,5	265,2	451,06	23,4
244	490,25	5,0	269,9	443,20	4,2
247,8	482,79	38,3	275,3/0,6	434,51	3,2
253,4	472,11	96,7	280	427,21	10,3
264,6	452,09	70,0	289,4	413,34	5,1
269,8	443,31	21,7	296,7	403,1682	14,3
274,8	435,30	20,0	302,2/2,6	395,83	31,3
280,5	426,47	65,0	312,6/3,2	382,66	68,0
289,3	413,51	25,0	334,1	358,04	6,5
297,2	402,49	46,7	365,0/6,3	327,73	100
301,9	396,2	78,3	404,7/7,8	295,58	36,0
312,2	383,15	83,3	435,8	274,48	62,4
333,6	358,55	43,3	491,6	243,33	36,0
364,4	328,27	100,0	546,1	219,04	71,8
391,5	305,53	8,3	577,0/9,0	207,31	70,6
406,4	294,32	100			
409,2	292,31	46,7			
445,3	268,66	100,0			

4. Інтерпретація результатів синтезу NO

Виявлені фотохімічні реакції за участю NO_2 при некогерентному опроміненні на основі застосування даних когерентного опромінення (табл. 1) та даних робочого спектра ртутної лампи ПРК наведені у табл. 3.

Оскільки енергії дисоціації N_2 та O_2 становлять відповідно 941,6 та 498 кДж, то для всього спектру ламп ПРК ці молекули прозорі. Це означає, що при поглинанні першого фотону молекулою NO_2 з часом взаємодії 10^{-16} с дисоціація O_2 не відбувається.

Таблиця 3

Фотохімічні реакції за участю NO_2 при некогерентному опроміненні ртутною лампою ПРК

Довжина хвилі, нм	Реакції	Час взаємодії, с	Час життя збудженої молекули, с [12]
450-579	Збудження NO_2 до другого збудженого стану $NO_2+hn \xrightarrow{1} NO_2(^2B_1)$	10^{-16}	$NO_2(^2B_1)$, ~10^{-3}-10^{-7}
430-435	Збудження NO_2 до третього збудженого стану $NO_2+hn \xrightarrow{2} NO_2(^2A''_2)$	10^{-16}	$NO_2(^2A''_2)$, ~10^{-7}
365-429	Дисоціація NO_2 $NO_2+hn \xrightarrow{3} NO+O(^3P)$	~10^{-13} [10]	-
435-449	Вторинна реакція дисоціації $NO_2(^2A''_2)$ $NO_2(^2A''_2)+hn \xrightarrow{4} NO+O(^1D)$	10^{-15},10^{-13}	$O(^1D)$, ~150 [13]

Результати синтезу NO при застосуванні ламп ПРК-2 та ПРК-4 виявились майже однаковими, наприклад, при використанні по одній лампі вихід NO склав в середньому 3,6 %, при використанні по дві лампи додатково утворилось близько 10 % NO. Оптимальна кількість ламп склала по 4 шт. при виході NO у межах 17-18 %. Тобто, у процесі фотохімічного синтезу NO задіяний не весь діапазон довжин хвиль.

Зі спектрів випромінювання (табл. 2) і практичних результатів окиснення N_2 до NO можна зробити висновок, що при використанні ламп ПРК корисними довжинами хвиль є 435,8-404,7 нм. При λ=398 нм та до λ=365--248,2 нм відбувається фотоліз $NO_2+h\nu \rightarrow NO+O(^3P)$, продукти якого не окиснюють N_2. При λ=546,1-491,6 нм (ПРК) утворюється другий збуджений стан $NO_2(^2B_1)$, при λ=579-577 нм – перший збуджений стан $NO_2(^2B_2)$ (табл. 1), які також не призводять до фотоокиснення N_2. Тобто, для підвищення виходу NO фотоокисненням N_2 бажано у ртутних лампах промені з довжинами хвиль більше 491,6 нм та менше 398 нм видалити. Це досягається застосуванням відповідних світлофільтрів або інших типів ртутних ламп з необхідним спектром хвиль, причому другий варіант має переваги, оскільки лампу для опромінення реакційного середовища можна розташувати всередині реактора.

При одночасній взаємодії молекул NO_2 з фотонами всього спектру довжин хвиль переважно відбуваються швидші реакції. Отже, з урахуванням даних табл. 3 бажаний процес двохфотонного поглинання нітроген діоксидом при застосуванні ламп ПРК повинен супроводжуватися наступними проміжними реакціями, серед яких (1) та (2) «миттєві» ($\tau=10^{-16}$ с) з селективностями ~ 50%, а (4) - «дуже швидка» ($\tau=10^{-15}\div10^{-13}$ с):

$$NO_2+h\nu \xrightarrow{1} NO_2(^2B_1);\ h\nu=219{,}48\ кДж,\ \lambda=545{,}6\ нм$$

$$NO_2+h\nu \xrightarrow{2} NO_2(^2A''_2);\ h\nu=278{,}21\ кДж,\ \lambda=432\ нм$$

$$NO_2(^2A''_2)+h\nu \xrightarrow{4} NO+O(^1D)+50{,}4\ кДж;\ h\nu=266{,}44\ кДж,\ \lambda=449\ нм$$

У робочому спектрі лампи ДРТ-125 довжини хвиль, що збуджують NO_2 до першого та другого станів відсутні, тому вихід $NO_2(^2A''_2)$ третього збудженого стану відповідає селективності 100%. Крім того, з невеликою відносною енергією присутні необхідні довжини хвиль 244-230 нм, які сприяють утворенню атомів оксигену $O(^1D)$ безпосередньо, тобто тривалішим фотолізом основного стану $NO_2+h\nu \rightarrow NO+O(^1D)$ при λ=244 нм [2]. Використання ламп ДРТ-125 у кількості від 2 до 7 штук, розташованих по перетину реактора 5_1, дозволило отримати вихід NO у ~5 разів вищий, ніж при застосуванні ламп ПРК.

5. Висновок

Проведені дослідження процесу фотоокиснення азоту повітря до монооксиду нітрогену атомами оксигену $O(^1D)$, які утворюються при фотолізі молекул нітроген діоксиду збудженого стану при некогерентному опроміненні ртутними лампами ПРК-2, ПРК-4, ДРТ-125 з різними робочими спектрами випромінювання. Показали, що серед досліджуваних джерел випромінювання оптимальним є лампа ДРТ-125, при використанні якої (2-7 шт.) вихід склав близько 95 % від теоретичного.

Література

1. Мирошниченко, Л. И. Солнечная активность и Земля [Текст] / Л. И. Мирошниченко. — М. : Наука - 1981. — 144 с.
2. JPL Publication 10-06 “Chemical Kinetics and Photochemical Data for Use in Atmospheric Studies” [Электронный ресурс] / National Aeronautics and Space Administration, Jet Propulsion Laboratory California Institute of Technology, Pasadena, California — Режим доступа : http://jpldataeval.jpl.nasa.gov/pdf/JPL%2010-6%20Final%2015June2011.pdf — Evaluation Number 17, 2011. — Загл. с экрана.
3. Леонтьев, А. В. Современная химия оксида азота (I) [Текст] / А. В. Леонтьев, О. А. Фомичева, М. В. Проскурнина, Н. С. Зефиров // Успехи химии. — 2001. — Т. 70 (2). — С. 107-121.
4. Способ получения оксидов азота [Текст] : пат. 2156730 Рос. Федерация: МПК7 C1 C 01 B 21/30 / Иванов Ю. А., Караваев М. М. ; заявители и патентообладатели Иванов Юрий Анисимович; Караваев Михаил Михайлович. —2000101753/12 ; заявл. 27.01.2000 ; опубл. 27.09.2000.
5. Реакції окиснення. Наука і технології [Текст]: матеріали І Української конференції, 6-8 вересня 2010 м. Рубіжне / Рубіжне: Рубіжанська міська друкарня, 2010. — С. 31-34.

6. Eisfeld, W. Ab initio investigation of the vertical and adiabatic excitation spectrum of NO_3 [Текст] / W. Eisfeld, K. Morokuma // J. Chem. Phys. — 2001. — Т. 114 (21). — С. 9430-9440.
7. Ionov, S. The density of reactive levels in NO_2 unimolecular decomposition [Текст] / S. Ionov, H. Davis, K. Mikhaylichenko etc. // J. Chem. Phys. — 1994. — Т. 101 (6). — С. 4809-4818.
8. Crowley, J. N. OH formation in the photoexcitation and of NO_2 beyond the dissociation threshold in the presence of water vapor [Текст] / J. N. Crowley, S. A. Carl // J. Phys. Chem. A. — 1997. — Т. 101 (23). — С. 4178-4184.
9. Байрамов, В. М. Основы химической кинетики и катализа [Текст] / В. М. Байрамов. — М. : Академия, 2003. — 256 с.
10. Кравченко, И. В. К вопросу о сосуществовании NO_2, NO и O_2 [Текст] / И. В. Кравченко // Интегрированные технологии и энергосбережение. —2011. — №2. — С.64-71.
11. Столяров, К. П. Введение в люминесцентный анализ неорганических веществ [Текст] / К. П. Столяров, Н. Н. Григорьев — Л. : Химия, 1967. — 364 с.
12. Кравченко, И. В. Оценка времени жизни возбужденных частиц [Текст] / И. В. Кравченко, В. И. Дышловой, Н. Ф. Тюпало // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. —2010. —№6(148), Ч. 2. — С. 51-56.
13. Щукарев, С. А. Неорганическая химия [Текст]. Т.2: учеб, пособие / С. А. Щукарев. – М. : Высшая школа - 1974. – 382 с.

Розглянуто питання підвищення експлуатаційних властивостей паливно-мастильних матеріалів (ПММ) нейтральним газом екологічно чистим методом. Основною метою роботи було удосконалення методу осушування ПММ нейтральним газом, яке полягало в тому, що замість генератора нейтральних газів запропоновано використовувати вихлопні гази автомобіля-тягача, які заздалегідь очищуються від CO_2 в каталізаторах очищення вихлопних газів

Ключеві слова: паливно-мастильні матеріали, робочі рідини, експлуатаційні властивості, газ, обезводнення, каталізатор, генератор

Рассмотрен вопрос повышения эксплуатационных свойств горюче-смазочных материалов (ГСМ) нейтральным газом экологически чистым методом. Основной целью работы являлось усовершенствование метода осушки ГСМ нейтральным газом, которое заключалось в том, что вместо генератора нейтральных газов, предложено использовать выхлопны газы автомобиля-тягача, которые предварительно очищаются от CO_2 в катализаторах очистки выхлопных газов

Ключевые слова: горюче-смазочные материалы, рабочие жидкости, эксплуатационные свойства, газ, обезвоживания, катализатор, генератор

УДК 62-73:665.71(045)

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДА ОСУШУВАННЯ ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙТРАЛЬНОГО ГАЗУ

І. Л. Трофімов
Кандидат технічних наук, доцент
Кафедра екології
Національний авіаційний університет
пр. Космонавта Комарова 1,
Київ, Україна, 03058
E-mail: troffi@ukr.net

1. Вступ

Дослідження, про які йдеться у статті, відносяться до галузі технології органічних і неорганічних речовин та екології. Скорочення запасів нафти, зростання витрат на її видобуток та переробку, а також зростаюча шкода від забруднення навколишнього середовища, обумовлюють всесвітнє скорочення витрат нафтопродуктів. У той же час у зв'язку з різким подорожчанням природних ресурсів, підвищення експлуатаційних властивостей паливно-мастильних матеріалів (ПММ) стає актуальною науково-технічною проблемою. Тому питання щодо підвищення експлуатаційних властивостей ПММ та робочих рідин, зокрема екологічно чистими методами, є одними із складових при розгляді пріоритетних напрямів забезпечення надійності роботи моторної техніки.

2. Аналіз літературних джерел за темою дослідження і постановка проблеми

Як відомо, властивості ПММ нафтового походження забезпечуються характером взаємодії атомів в молекулах і молекул між собою. До складу похідних вуглеводнів – жирних кислот, спиртів, ефірів входить

© І. Л. Трофімов, 2013