

ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ НАФТОПЕРЕРОБНОГО КОМПЛЕКСУ

Підвищення еколого-економічної ефективності нафтопереробного комплексу можна досягти за рахунок інтенсифікації первинної переробки нафти. З цієї метою запропоновано метод уведення добавок антиоксидантів і отримано збільшення виходу цільового нафтопродукту до 16 об. % Такий підхід дозволяє підвищити рентабельність нафтопереробних заводів та зменшити антропогенне навантаження галузі на довкілля.

Ключові слова: нафтопереробний завод, первинна переробка нафти, антиоксиданти, еколого-економічна ефективність.

Вступ. Стрімкий розвиток цивілізації за останні десятиріччя призвів до руйнівних наслідків у функціонуванні екосистем. Споживацьке ставлення до навколишнього середовища та природних ресурсів стало причиною забруднення ґрунтів, вод, атмосфери, видозмін ландшафту та біоти. Усе це дестабілізувало цілісний механізм, у якому ми мешкаємо – біосферу. Сьогодні співіснування людини й природи вже починає набувати нових перспективних форм. Зокрема, у розвинутих країнах світу усі засади господарювання мають чітко виражений напрямок екологізації. Це проявляється як у глобальній політиці сталого розвитку, так і у вихованні екологічної свідомості громадян. Оцінкою впроваджених засад сталого розвитку слугують екологічні, економічні та соціальні показники діяльності підприємств та промислово-господарських комплексів у цілому, покращення яких досягають шляхом оптимізації технологій та процесів.

Аналіз стану проблеми. Потреби енергетичного, транспортного та хімічного сектору переважно забезпечуються викопними ресурсами. За останні 50 років у домогосподарствах, торговому та транспортному секторі світове споживання енергоресурсів зросло втричі, у промисловому секторі – більш ніж у два рази, а у енергетичному – майже у 7 разів [1]. На сьогоднішній день традиційні джерела енергії все ще залишаються економічно доцільнішими у порівнянні з альтернативними, проте ці технології потребують комплексних заходів щодо підвищення їх еколого-економічної ефективності. Зокрема, таке завдання стоїть перед нафтопереробними підприємствами України. З різних причин, у тому числі через нерентабельність, більшість заводів на сьогоднішній день виведені з експлуатації. Середня глибина переробки на вітчизняних нафтопереробних заводах (НПЗ) не перевищує 73 % [2], що робить їх неконкурентоспроможними серед більшості підприємств сусідніх країн.

Завдання дослідження полягає у раціоналізації використання природного ресурсу нафти та зменшенні антропогенного навантаження на довкілля за рахунок підвищення ефективності нафтопереробного комплексу.

Аналіз літературних джерел з теми дослідження. Екологічні проблеми нафтопереробної промисловості поділяють на два основні напрямки – забруднення навколишнього середовища у результаті функціонування підприємств галузі та вичерпність природного ресурсу нафти. Так, за останні десять років споживання нафти у світі зросло на 11,5 % [3]. З рисунку 1 можна простежити динаміку зміни співвідношення об'ємів світових потужностей НПЗ та споживання нафтопродуктів. Період з 2002 по 2005 рр. відзначився різким приростом попиту на нафту, який у 2004 р. перевищив можливості ліній дистиляції, у зв'язку з чим з'явилась потреба у спорудженні додаткових установ переробки нафти; далі відбувалось рівномірне нарощування ємностей з ростом обсягів споживання. Такий постійний ріст потужностей відображає екстенсивний характер розвитку промисловості, негативним наслідком якого є збільшення навантаження на довкілля. Інтенсивним сценарієм розвитку за таких умов росту попиту на нафтопродукти є впровадження технологій, що підвищують ефективність переробки нафтової сировини без спорудження додаткових ліній.

Порівняння річних обсягів використання нафти та доступних на сьогоднішній день її запасів (табл. 1) свідчить про наростаючу кризу у промисловості, що базується на нафтовій сировині. Вичерпність нафтового ресурсу вирішується постійною роботою по освоєнню нових родовищ, але очевидно є необхідність упровадження інноваційних технологій, які дозволять економити нафту під час її експлуатації. Застосування таких механізмів сприятиме підвищенню також екологічних показників підприємств нафтопереробної галузі, так як при зменшенні об'ємів переробки нафти за рахунок її інтенсифікації скоротиться кількість небажаних викидів у навколишнє середовище.

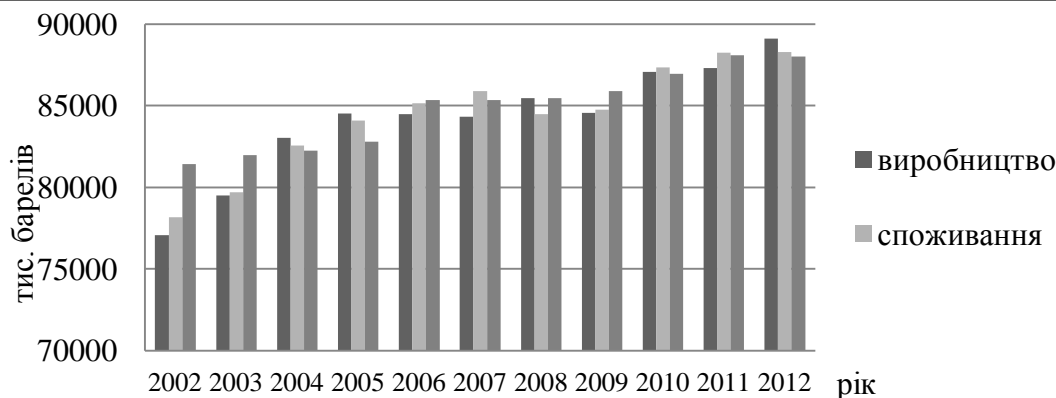


Рис. 1 Динаміка обсягів добового виробництва та споживання нафти у світі [3–5]

Таблиця 1

Аналіз освоєних запасів та об'ємів споживання нафти [3; 6]

Рік	Освоєні запаси, млрд. барелів	Річне споживання, млрд. барелів	Відношення запасів до споживання нафти
2002	1031,96	28,53	36,2
2003	1213,11	29,09	41,7
2004	1265,02	30,14	42,0
2005	1277,23	30,69	41,6
2006	1292,94	31,08	41,6
2007	1316,66	31,36	42,0
2008	1332,04	30,84	43,2
2009	1340,01	30,94	43,3
2010	1355,74	31,89	42,5
2011	1473,76	32,21	45,8
2012	1525,96	32,59	46,8

Основна частина. Обсяги первинної переробки нафти (дистиляції) серед інших етапів нафтопереробки є найбільшими і займають 73 % [7] від усіх процесів. Так, у 2012 році світові потужності ліній дистиляції склали 88 млн барелів на добу, каталітичного крекінгу – 15 млн барелів на добу, риформінгу та термічного крекінгу – 11,5 та 6,3 млн барелів на добу відповідно [7]. Первинна переробка є головним джерелом високовартісних нафтопродуктів – бензину, керосину, дизельного та пічного палива. З цієї причини особлива увага має бути приділена підвищенню ефективності саме процесів дистиляції нафти. Серед способів інтенсифікації переробки нафти відомі підходи, які забезпечуються змінами у параметрах технологічного процесу [8; 9; 10], введенням добавок до нафти [11; 12; 13] тощо.

Ми пропонуємо застосовувати спосіб підвищення ефективності первинної переробки нафти за рахунок уведення добавок антиоксидантів перед початком процесу. Даний метод є доцільним з точки зору покращення екологічних та економічних показників, так як дає можливість підвищити глибину переробки нафти без залучення капіталовкладень на модернізацію установ та часових витрат на їх реконструкцію. Головну затратну частину такої технології складає лише вартість уведеної добавки, яка компенсується за рахунок збільшення виходу світлих фракцій.

У роботі визначено, що найкращий ефект на інтенсифікацію первинної нафтопереробки мають антиоксиданти, які характеризуються стабільністю за високих температур (> 200 °C) [14], оскільки саме тоді найінтенсивніше перебігають реакції автоокиснення вуглеводнів нафти, в результаті яких утворюються сполуки, що затримуються у кубовому залишку. Введення високотемпературних антиоксидантів, сповільнює ці реакції [15], дозволяючи більшій кількості вуглеводнів нафти переходити у світлі фракції. Під час експериментального дослідження впливу добавок іонолу, боріну, 2,2'-метиленбіс-(4-метил-6-третбутилфенолу), N-метил-N,N-біс-(3,5-ди-третбутил-4-гідроксibenзил)аміну у концентраціях 1 мас. % було отримано збільшення виходу світлих фракцій нафти на 8, 14, 14 та 16 об. % відповідно.

Практичне значення запропонованого у роботі рішення полягає у економії нафтової сировини та у підвищенні рентабельності виробництва, оскільки рентабельність прямо залежить від затрат на виробництво. Так, при впровадженні способу впливу антиоксидантами, затрати на переробку 1 м³ нафтової сировини будуть збільшені на вартість 1 % добавки, що вводиться у нафту. Відповідно, на 1 м³ вхідної сировини необхідно затратити 990 л нафти та 10 л добавки антиоксиданту. У результаті

лабораторного експерименту, проведеного на підготовленій нафті, визначено вихід світлих фракцій при перегонці чистої нафти, який склав 62 об. %, а при введенні добавок різних антиоксидантів був збільшений до 78 об. %. При проекції цих результатів на промислові умови за стандартної технології (без уведення добавок) вихід світлого нафтопродукту з одного кубічного метру сировини буде складати 620 л і постійні затрати на 1 л кінцевого продукту будуть рівні відношенню загальних витрат на переробку 1 м³ нафти до сумарної кількості виходу світлих фракцій. При збільшенні виходу постійні затрати на одиницю кінцевого нафтопродукту будуть розділені відповідно між сумарним збільшеним виходом, що призведе до зменшення затрат і росту рентабельності.

Для того щоб оцінити вплив від уведення добавок антиоксидантів у масштабах НПЗ, у якості базових параметрів ми прийняли середні показники діяльності нафтопереробного комплексу України. У 2012 р. обсяги переробки нафтопродуктів склали 80,4 тис. барелів на добу [16]. При глибині переробки 73 % [2] за таких умов кількість отриманих світлих нафтопродуктів склала в середньому 58,7 тис. барелів на добу, при цьому середньодобове споживання нафтопродуктів – 318,8 тис. барелів [16], що очевидно було задоволено завдяки продукції іноземного походження. Застосування ресурсозберігаючих технологій дозволить у більшій мірі покрити потреби у нафтопродуктах товарами вітчизняного виробництва. При таких об'ємах виробництва збільшення ефективності переробки на кожний 1 % дає приріст світлих нафтопродуктів на 0,8 тис. барелів щодоби, за рік економічний ефект може скласти від 292 тис. до 4 млн. барелів.

Висновки. Таким чином наведені положення показують актуальність роботи у напрямку інтенсифікації первинної переробки нафти за рахунок уведення добавок високотемпературних антиоксидантів. Ефект від збільшення виходу світлих фракцій під час дистиляції може мати позитивний результат як на показники діяльності окремого нафтопереробного заводу, так і у світових масштабах. У роботі досліджено вплив добавок антиоксидантів різної хімічної природи на хід атмосферної переробки нафти. Отримані результати показують, що при додаванні іонолу, боріну, N-метил-N,N-біс-(3,5-ди-третбутил-4-гідроксibenзил)аміну, 2,2'-метилен-біс-(4-метил-6-третбутилфенолу) можна досягти суттєвої інтенсифікації процесів дистиляції. Збільшення виходу світлих фракцій при введенні таких добавок прямо відзначається на збільшенні рентабельності виробництва, що дозволяє підвищити конкурентоспроможність вітчизняних нафтопродуктів на ринку. Завдяки запропонованій ресурсозберігаючій технології можна досягти покращення екологічних показників діяльності установ нафтопереробного комплексу, оскільки при інтенсифікації переробки нафти екологічним ефектом може бути зменшення споживання вихідної нафтової сировини, відповідно обсягів переробки, транспортування і добування нафти та зменшення об'ємів забруднення та негативного впливу нафтопереробного комплексу на довкілля.

Список літератури

1. Annual Energy Review : (Table 2.1a Energy Consumption Estimated by Sector, Selected Years 1949 – 2010) [Electronic resource] : U.S. Energy Information Administration (EIA) – 2011. – Access mode : <http://www.eia.gov/totalenergy/data/annual/showtext.cfm?t=ptb0201a>.
2. Нафтопереробна промисловість України [Електронний ресурс]: Міністерство економічного розвитку і торгівлі України / Рубрика «Державна підтримка Українського експорту» – режим доступу: <http://ukrexport.gov.ua/ukr/prom/ukr/16.html>.
3. International Energy Statistics. Total Petroleum Consumption (Thousand Barrels Per Day) [Electronic resource] : U.S. Energy Information Administration (EIA) – Access mode : <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3.cfm?tid=5&pid=5&aid=2&cid=ww,&syid=2002&eyid=2012&unit=TBPD>.
4. International Energy Statistics. Total Oil Supply (Thousand Barrels Per Day) [Electronic resource] : U.S. Energy Information Administration (EIA) – Access mode : <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3.cfm?tid=5&pid=53&aid=1&cid=ww,&syid=2002&eyid=2012&unit=TBPD>.
5. International Energy Statistics. Crude Oil Distillation Capacity (Thousand Barrels Per Cal Day) [Electronic resource]: U.S. Energy Information Administration (EIA) – Access mode : <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3.cfm?tid=5&pid=72&aid=7&cid=ww,&syid=2002&eyid=2012&unit=TBPCD>.
6. International Energy Statistics. Crude Oil Proved Reserves (Billion Barrels) [Electronic resource] : U.S. Energy Information Administration (EIA) – Access mode : <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3.cfm?tid=5&pid=57&aid=6&cid=ww,&syid=2002&eyid=2012&unit=BB>.
7. International Energy Statistics. Petroleum Refinery Capacity By Type (Thousand Barrels Per Cal Day) [Electronic resource] : U.S. Energy Information Administration (EIA) – Access mode : <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3.cfm?tid=5&pid=alltypes&aid=7&cid=ww,&syid=2002&eyid=2012&unit=TBPCD>.
8. Патент 2437699 Российская Федерация, МПК В 01 D 3/14, С 10 G 7/02. Способ ректификации нефти / В. В. Столяров, В. П. Овсянников, И. Я. Харченко, И. Г. Горин, В. С. Купин, Д. А. Куликов, Д. Н. Бульмаз, патентообладатель ООО Управляющая компания «ИНТРА-БАУ» – № 2010125844/05; заявл. 24.06.10

9. Патент 2263702 Российская Федерация, МПК С 10 G 7/00. Способ перегонки жидкой углеводородной смеси / И. Н. Андрейчук, патентообладатель И. Н. Андрейчук – № 2004104988/04; заявл. 18.02.04.

10. Патент 2264431 Российская Федерация, МПК С 10 G 7/00. Способ переработки нефти / И. Р. Хайрудинов, Р. М. Загидуллин, В. Н. Деменков, А. Ф. Исхаков, Э. Г. Теляшев, патентообладатель Государственное унитарное предприятие «Институт нефтехимпереработки Республики Бушкортостан» – № 2004128654/04; заявл. 27.09.04.

11. Патент 2359991 Российская Федерация, МПК С 10 G 7/00. Способ интенсификации процесса первичной перегонки нефти / М. С. Роголёв, Р. З. Магарил; патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тюменский государственный нефтегазовый университет». – № 200811044/04; заявл. 18.03.08; опубл. 27.06.09.

12. Патент 2205199 Российская Федерация, МПК С 10 G 7/00. Способ получения дистиллятных фракций / С. А. Синицин, Н. В. Королёва; патентообладатель С. А. Синицин, Н. В. Королёва. – № 2001114685; заявл. 31.05.01; опубл. 27.05.03.

13. Патент 2327730 Российская Федерация, МПК С 10 G 7/00, С 10 L 1/14. Способ переработки тяжёлой парафинистой нефти / Ю. В. Политанский, С. Ю. Политанский; патентообладатель Ю. В. Политанский, С. Ю. Политанский. – № 2006122676104; заявл. 27.06.06; опубл. 10.01.08.

14. С. С. Шаткіна, В. В. Філінова, І. М. Василькевич. Протиокисна присадка Борін: ефективність та сфера застосування. Нафта і газ України // Матеріали 7-ї Міжнародної науково-практичної конференції «Нафта і газ України – 2002», т. 2, Київ, 2002. – с. 159 – 166.

15. Патент 79907 Україна, МПК С 10 G 7/00. Спосіб підготування нафти / О. І. Василькевич, М. Б. Степанов, О. Ю. Мішина, О. В. Ющенко, заявник та патентовласник О. І. Василькевич, М. Б. Степанов, О. Ю. Мішина, О. В. Ющенко. – № 20121103; заявл. 21.09.2012; опубл. 13.05.2013.

16. International Energy Statistics. Total Oil Supply. Ukraine (Thousand Barrels Per Day) [Electronic resource] : U.S. Energy Information Administration (EIA) – Access mode : <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3.cfm?tid=5&pid=53&aid=1&cid=UP,&syid=2012&eyid=2012&unit=TBPD>.

O. Mishyna

National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»

INCREASING OF ECOLOGICAL-ECONOMIC EFFECTIVENESS OF REFINING INDUSTRY

It is possible to get the rising of ecology-economic effectiveness of petroleum industry due to intensification of primary petroleum treatment. The method of antioxidants additives incorporation was proposed and it was achieved increasing of an output of the light petroleum fractions up to 16 vol. %. Such technology gives an opportunity to increase the profitability of petroleum refinery and decrease the negative influence on environment

Key words: petroleum refinery, primary oil treatment, antioxidants, ecology-economic effectiveness.

1. Annual Energy Review : (Table 2.1a Energy Consumption Estimated by Sector, Selected Years 1949 – 2010) [Electronic resource] : U.S. Energy Information Administration (EIA) – 2011. – Access mode : <http://www.eia.gov/totalenergy/data/annual/showtext.cfm?t=ptb0201a>.

2. Naftopererobna promyslovist` Ukrayiny` [Elektronnyj resurs]: Ministerstvo ekonomichnogo rozvytku i torgivli Ukrayiny` / Rubryka «Derzhavna pidtrymka Ukrayins`kogo eksportu» – rezhyhm dostupu: <http://ukrexport.gov.ua/ukr/prom/ukr/16.html>.

3. International Energy Statistics. Total Petroleum Consumption (Thousand Barrels Per Day) [Electronic resource] : U.S. Energy Information Administration (EIA) – Access mode : <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3.cfm?tid=5&pid=5&aid=2&cid=ww,&syid=2002&eyid=2012&unit=TBPD>.

4. International Energy Statistics. Total Oil Supply (Thousand Barrels Per Day) [Electronic resource] : U.S. Energy Information Administration (EIA) – Access mode : <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3.cfm?tid=5&pid=53&aid=1&cid=ww,&syid=2002&eyid=2012&unit=TBPD>.

5. International Energy Statistics. Crude Oil Distillation Capacity (Thousand Barrels Per Cal Day) [Electronic resource]: U.S. Energy Information Administration (EIA) – Access mode : <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3.cfm?tid=5&pid=72&aid=7&cid=ww,&syid=2002&eyid=2012&unit=TBPCD>.

6. International Energy Statistics. Crude Oil Proved Reserves (Billion Barrels) [Electronic resource] : U.S. Energy Information Administration (EIA) – Access mode : <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3.cfm?tid=5&pid=57&aid=6&cid=ww,&syid=2002&eyid=2012&unit=BB>.

7. International Energy Statistics. Petroleum Refinery Capacity By Type (Thousand Barrels Per Cal Day) [Electronic resource] : U.S. Energy Information Administration (EIA) – Access mode : <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3.cfm?tid=5&pid=alltypes&aid=7&cid=ww,&syid=2002&eyid=2012&unit=TBPCD>

8. Patent 2437699 Rossijskaja Federacija, MPK V 01 D 3/14, C 10 G 7/02. Sposob rektifikacii nefti / V. V. Stoljarov, V. P. Ovsjannikov, I. Ja. Harchenko, I. G. Gorin, V. S. Kupin, D. A. Kulikov, D. N. Bul'maz, patentoobladatel' OOO Upravljajushhaja kompanija «INTRA-BAU» – № 2010125844/05; zajavl. 24.06.10
9. Patent 2263702 Rossijskaja Federacija, MPK C 10 G 7/00. Sposob peregonki zhidkoj uglevodorodnoj smesi / I. N. Andrejchuk, patentoobladatel' I. N. Andrejchuk – № 2004104988/04; zajavl. 18.02.04.
10. Patent 2264431 Rossijskaja Federacija, MPK C 10 G 7/00. Sposob pererabotki nefti / I. R. Hajrudinov, R. M. Zagidullin, V. N. Demenkov, A. F. Ishakov, Je. G. Teljashev, patentoobladatel' Gosudarstvennoe unitarnoe predpriyatje «Institut neftehimpererabotki Respubliki Bushkortostan» – № 2004128654/04; zajavl. 27.09.04.
11. Patent 2359991 Rossijskaja Federacija, MPK C 10 G 7/00. Sposob intensifikacii processa pervichnoj peregonki nefti / M. S. Rogal'jov, R. Z. Magaril; patentoobladatel' Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija «Тjumenskij gosudarstvennyj neftegazovyj universitet». – № 200811044/04; zajavl. 18.03.08; opubl. 27.06.09.
12. Patent 2205199 Rossijskaja Federacija, MPK C 10 G 7/00. Sposob poluchenija distilljatyh frakcij / S. A. Sinicin, N. V. Koroljova; patentoobladatel' S. A. Sinicin, N. V. Koroljova. – № 2001114685; zajavl. 31.05.01; opubl. 27.05.03.
13. Patent 2327730 Rossijskaja Federacija, MPK C 10 G 7/00, C 10 L 1/14. Sposob pererabotki tjazhjolj parafinistoj nefti / Ju. V. Politanskij, S. Ju. Politanskij; patentoobladatel' Ju. V. Politanskij, S. Ju. Politanskij. – № 2006122676104; zajavl. 27.06.06; opubl. 10.01.08.
14. S. S. Shatkina, V. V. Filinova, I. M. Vasyľ'kevych. Protyokysna prysadka Borin: efektnist' ta sfera zastosuvannya. Nafta i gaz Ukrainy // Materialy 7-yi Mizhnarodnoyi naukoivo-praktyčnoyi konferenciyi «Nafta i gaz Ukrainy – 2002», t. 2, Kyiv, 2002. – s. 159 – 166.
15. Patent 79907 Ukrainy, MPK C 10 G 7/00. Sposib pidgotuvannya nafty / O. I. Vasyľ'kevych, M. B. Stepanov, O. Yu. Mishyna, O. V. Yushhenko, zayavnyk ta patentovlasnyk O. I. Vasyľ'kevych, M. B. Stepanov, O. Yu. Mishyna, O. V. Yushhenko. – № 20121103; zajavl. 21.09.2012, opubl. 13.05.2013.
16. International Energy Statistics. Total Oil Supply. Ukraine (Thousand Barrels Per Day) [Electronic resource] : U.S. Energy Information Administration (EIA) – Access mode : <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3.cfm?tid=5&pid=53&aid=1&cid=UP,&syid=2012&eyid=2012&unit=TBPDP>.

УДК 502/504

Е. Ю. Мишина

**Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»
УВЕЛИЧЕНИЕ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА**

Увеличение эколого-экономической эффективности нефтеперерабатывающего комплекса можно достичь за счет интенсификации первичной переработки нефти. С этой целью предложен метод введения добавок антиоксидантов и получено увеличение выхода целевого нефтепродукта до 16 об. %. Такой подход позволяет увеличить рентабельность нефтеперерабатывающих заводов и уменьшить антропогенную нагрузку отрасли на окружающую среду.

Ключевые слова: нефтеперерабатывающий завод, первичная переработка нефти, антиоксиданты, эколого-экономическая эффективность.

Надійшла 20.11.2013

Received 20.11.2013