

УДК 665.753.3

**О.О. Степенко**, студ.  
**В.Ф. Новікова**, к.х.н., доц.

## ДИЗЕЛЬНЕ ПАЛИВО З НАДВИСОКИМИ ЕКОЛОГІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

*Розглянуто екологічні та експлуатаційні властивості дизельних палив, які випускаються на території України. Проведено аналіз технічних вимог усіх видів дизельних палив, які існують на території України. Обґрунтовано доцільність покращення екологічних характеристик дизельних палив, порівняння стандартів та технічних умов на дизельні палива України з Європейським стандартом EN 590.*

*This work touches the problem of ecological and operating properties of fuel-oils which are produced on territory of Ukraine. The analysis of technical requirements of all of types of fuel-oil which exist on territory of Ukraine is in process conducted, expedience of improvement of ecological description of fuel-oils, comparison of standards, grounded on its on the fuel-oils of Ukraine with the European standard of EN 590.*

### Вступ

Нині у світі інтенсивно розвивається інфраструктура транспортних перевезень і послуг. Наслідком цього є стрімке зростання споживання паливно-мастильних матеріалів. В Європі, наприклад, споживання автомобільного бензину порівняно з 1995 р. зросло в 1,1 раз, дизельного палива – в 1,5 разу, ракетного палива – в 1,84 разу.

Дизельні двигуни є потужнішими й економнішими порівняно з бензиновими двигунами, тому стрімко зросла кількість автомобілів з дизельними двигунами. Наслідком цього є підвищення викидів в атмосферу відпрацьованих токсичних газів дизельних двигунів.

Причиною токсичності дизельного палива є ароматичні вуглеводні та сірковмісні сполуки.

Ароматичні вуглеводні зумовлюють неповне згорання дизельного палива та утворення нагару на клапанах та поршнях дизельних двигунів, забивання попелових фільтрів, мають канцерогенні властивості.

Сполуки сірки погіршують експлуатаційні характеристики дизельного палива і під час спалювання утворюють екологічно небезпечні оксиди сірки SO<sub>2</sub>. Тому актуальною проблемою стало видалення з дизельного палива сірковмісних сполук та ароматичних вуглеводнів. Зменшення їх кількості у складі дизельного палива зумовлює покращення його експлуатаційних властивостей та зменшення токсичності відпрацьованих газів. Зменшення кількості сірковмісних сполук та ароматичних вуглеводнів зумовлює підвищення цетанового числа дизельного палива та зменшення його густини.

### Постановка завдання

Актуальність теми виявляється у тому, що вперше в Україні Лисичанський нафтопереробний

завод з 2007 р. освоїв випуск дизельного палива за євростандартом (EN 590), яке цілком призначене на експорт в Європу і інші країни, з показниками якості, які відповідають технічним вимогам до якості дизельних палив в Європі. Цього виду дизельного палива ще немає на ринку України.

Особливого значення під час виробництва низькосірчастого дизельного палива набуває процес гідроочищення сировини на сучасних каталізаторах [1].

Потужність гідроочищення первинної переробки становить:

Весь світ, %	20,9
Росія, %	24,5
США, %	38,5
Європа, %	27,1
Японія, %	48,2
Україна, %	15,0

Показники потужності процесів гідроочищення в Україні наведено у табл. 1.

Таблиця 1

### Потужність гідроочищення в Україні

Нафтопереробний завод	Нафта, тис. т	Відсоток від переробки сирової нафти
Кременчуцький	4110	22,1
Одеський	1500	41,7
Лисичанський	2060	12,9
Усього	7670	15,0

З кожним роком кількість споживання дизельного палива в Європі та Україні невідмінно зростає:

1995 р., млн. т	113,3
2000 р., млн. т	127,7
2002 р., млн. т	137,9
2005 р., млн. т	154,3
2007 р., млн. т	170

### Вирішення завдання

Залежно від вимог з контролю за викидами відпрацьованих газів дизельних двигунів, Всесвітня хартія виробників палив визначила чотири категорії якості дизельного палива :

- категорія 1 для ринків з мінімальними вимогами токсичності відпрацьованих газів;
- категорія 2 для ринків із суворими вимогами зниження токсичності відпрацьованих газів;
- категорія 3 для ринків з додатковими вимогами зниження токсичності відпрацьованих газів;
- категорія 4 з додатковими вимогами зниження токсичності відпрацьованих газів для використання складних технологій доочищення від оксидів азоту  $NO_x$  [2].

Технічні умови якості на дизельне паливо категорій 1 – 4 наведені в табл. 2.

Якість дизельного палива в країнах Європейської спільноти (специфікація EN 590) нормується за такими марками:

- Євро-2 введена з 1996 р.;
- Євро-3 введена з 2000 р.;
- Євро-4 введена з 2005 р.;
- Євро-5 введена з 2010 р.

Характеристику якості наведено у табл. 3.

На території країн СНД дизельне паливо виготовляють за ГОСТ 305-82, який передбачає три марки дизельного палива:

- літнє;
- зимове;
- арктичне.

В Україні чинний державний стандарт технологічних умов з виготовлення дизельного палива ДСТУ 3868-99. Цим стандартом передбачено дві марки дизельного палива:

- літнє;
- зимове.

Лисичанський нафтопереробний завод у 2007 р. освоїв виробництво дизельного палива з підвищеними екологічними властивостями згідно з європейським стандартом, яке є аналогом EN 590 і відповідає вимогам стандарту Євро-4.

З 2008 р. Лисичанський нафтопереробний завод перейшов на технологію виробництва дизельного палива за українським ДСТУ 4840:2007 «Дизельне паливо підвищеної якості».

За вмістом сірки паливо поділяють на два види:

- I – масова частка не більше ніж 0,001 %;
- II – масова частка не більше ніж 0,005 %.

Дизельне паливо виду I відповідає стандарту Євро-5, виду II – Євро-4.

Під час порівняння вмісту сірки у дизельних паливах за стандартами, паливо за стандартами ГОСТ 305-82, ДСТУ 3868-99, (аналог EN 590) марки С, ТУ У 23.3-00149943-557:2005, ДСТУ 4840:2007 виявилось, що дизельне паливо за ДСТУ 4840:2007 має найнижчий вміст сірки і тому має найкращі екологічні характеристики порівняно з дизельним паливом за стандартами ГОСТ 305-82 і ДСТУ 3868-99, які раніше виготовлялись на території України, і цілком відповідає європейському стандарту якості EN 590.

Порівняльну характеристику показників якості дизельних палив за стандартами ГОСТ 305-82, ДСТУ 3868-99, (аналог EN 590) марки С, ТУ У 23.3-00149943-557: 2005, ДСТУ 4840:2007 наведено у табл. 4 [3].

Таблиця 2

Технічні вимоги до дизельних палив за стандартами Всесвітньої хартії виробників палива

Показник	Норми							
	Категорія 1		Категорія 2		Категорія 3		Категорія 4	
	мінімально	максимально	мінімально	максимально	мінімально	максимально	мінімально	максимально
Цетанове число, не менше	48	-	53	-	55	-	55	-
Вміст сірки, %, не більше	0,5	-	-	0,3	-	0,05	Не містить	Не містить
Вміст ароматичних вуглеводнів, %, не більше	25	-	-	25	-	25	-	15
Вміст поліароматичних вуглеводнів, %, не більше	5	-	-	5	-	5	-	2

Таблиця 3

## Якість дизельного палива у країнах Європейської спільноти (специфікація EN 590)

Показник	Євро-2	Євро-3	Євро-4	Євро-5
Масова частка сірки, %, не більше	0,05	0,035	0,005	0,001
Цетановий індекс, не менше	49	51	51	51
Вміст поліароматичних вуглеводнів, %, не більше	11	11	11	11

Таблиця 4

## Порівняльна характеристика дизельних палив

Показник	EN 590	ГОСТ 305-82	ДСТУ 3868-99	ДСТУ 4840:2007
Цетановий індекс, не менше	51	45	45	51
Вміст сірки, %, не більше	0,005	0,2	0,05	0,001
Масова частка ароматичних і поліароматичних вуглеводнів, %, не більше	11	–	–	11

Таблиця 6

## Отримання сировини дизельного палива

Показник	Сировина	
	кг/год	%
Очищений продукт (гідрогенізація)	176,4672	79,38
Сірководень	2,92	1,31
Легкі фракції (відгін)	3,31	1,49
Вуглеводневі гази	45,85	20,62
Баластові гази, які надійшли зі свіжим водневмісним газом	3,09	1,39
Циркуляційний водневмісний газ	35,13	15,8
Вуглеводневі гази, які утворились під час гідроочищення	4,32	1,94
Втрати	0,821	0,37
Разом	223,14	100

Дизельне паливо, яке виготовляється на Лисичанському нафтопереробному заводі за ДСТУ 4840:2007 має такий компонентний склад (див. рисунок):

- гасова фракція 180–230°С;
- дизельна фракція 230–290°С;
- дизельна фракція 290–360°С;
- дизельна фракція 360–370°С;
- фракція 160–350 °С із секції передгідроочищення;
- фракція 210–350 °С із секції каталітичного крекінгу;
- цетанопідвищувальна, протизносна, депресорно-диспергуюча присадки.

Вихід продуктів процесу гідроочищення уміщує:

- гідроочищене дизельне паливо (гідрогенізація) 96 % на сировину;
  - сірководень: 1,588 % на сировину;
  - вуглеводневі гази (C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>): 2,351 % на сировину.
- Матеріальний баланс процесу гідроочищення сировини дизельного палива наведено у табл. 5, 6.

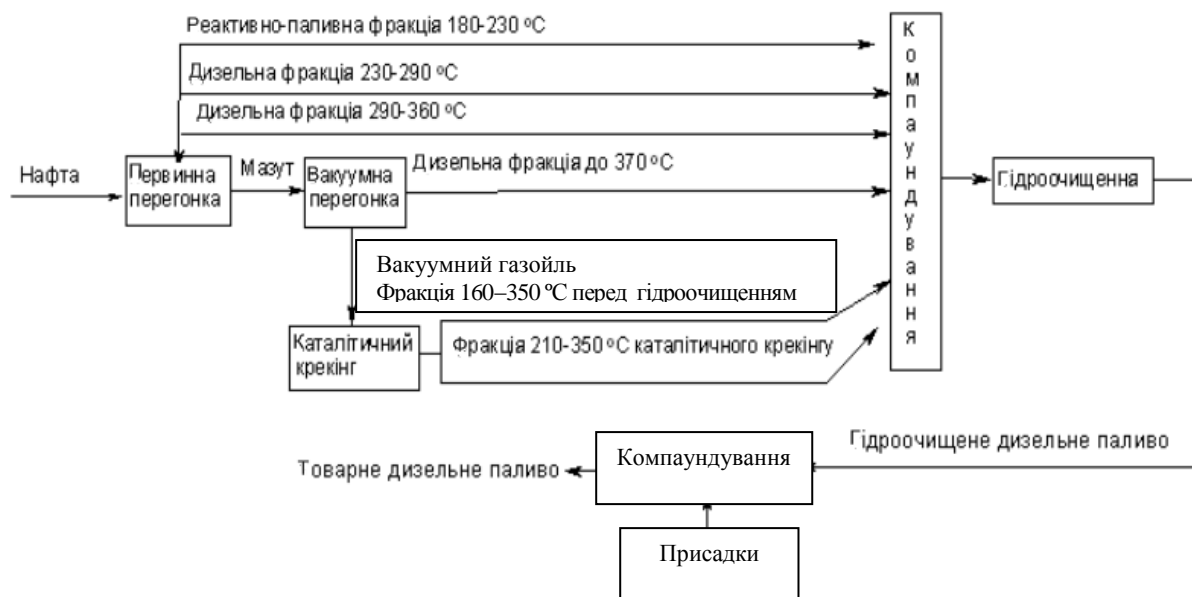
Таблиця 5

## Надходження сировини дизельного палива

Показник	Сировина	
	кг/год	%
Вуглеводнева сировина	183,82	82,38
Свіжий водневмісний газ	4,193	1,87
Чистий водень	1,103	0,5
Баластові гази	3,09	1,38
Циркуляційний водневмісний газ	35,13	15,74

Теоретичні дослідження підтвердили необхідність розробки і впровадження екологічного чистого дизельного палива, тому що при цьому зменшується не тільки кількість екологічно небезпечних викидів в атмосферу, але покращуються також експлуатаційні властивості.

Завдання полягає в тому, щоб розробити такий процес очищення сировини від небажаних сполук сірки та ароматичних вуглеводнів, який би забезпечував максимальний вихід бажаного продукту, був мінімально енергоємним. Головним кроком стало те, що нафтопереробні заводи України налагодили виробництво дизельних палив, які цілком відповідають показникам Європейського стандарту EN 590.



Компонентний склад та технологія виробництва дизельного палива за ДСТУ 4840:2007

## Висновки

Проведено аналіз існуючих методів виробництва дизельного палива. Вперше в Україні введено технологію виробництва дизельного палива за технічними умовами, які є аналогом EN 590. Розраховано матеріальний баланс процесу гідроочищення, геометричні розміри реактора установки гідроочищення. Досліджено, що для виробництва дизельного палива за ДСТУ 4840:2007 із вмістом сірки 0,001 % на Лисичанському нафтопереробному заводі було впроваджено процес гідроочищення на каталізаторах фірми Albemarle.

## Література

1. Шлезинг В.Г. Планирование успеха в реализации программы производства экологических топлив // Нефтегазовые технологии. – 2004. – № 4. – С. 60.
2. Крылов И.Ф., Рудяк К.Б., Никитина Е.А. Малосернистые дизельные топлива: плюсы и минусы // Химия и технология топлив и масел. – 2005. – № 6. – С. 3.
3. Мельник С.Р., Мельник Ю.Р., Пих З.Г. Проектирование та розрахунок технологічних процесів органічного синтезу. – Л.: Львівська політехніка, 2006. – 448 с.

Стаття надійшла до редакції 08.12.08.