

ЕКОЛОГІЯ ECOLOGY

УДК 621.036.7

Л.О. Кєсова, д-р техн. наук, професор; Т.В. Шелешей
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

ШЛЯХИ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛА ВІДХІДНИХ ГАЗІВ ШЛЯХОМ МОДЕРНІЗАЦІЇ ХВОСТОВИХ ПОВЕРХОНЬ КОТЛІВ ТЕС

Одним з ефективних методів маловитратної модернізації котлів з метою підвищення їх економічних показників є зниження температури відхідних газів за рахунок заміни зношених конвективних поверхонь нагріву на нові.

На котлах типу ПК-14 електростанцій АТ «Свердловенерго» була досліджена низка заходів щодо їх модернізації. Спочатку (варіант 1) при модернізації всі гладкотрубні економайзери замінені на 3 оребрені. Наступним кроком модернізації котла (варіант 2) було намагання об'єднати енергетичний і екологічний ефекти. Енергетичний ефект досягався, як і у варіанті 1, а екологічний – використанням емульгаторів замість скрубберів і виразився у збільшенні степені золовловлювання. У варіанті 3 – повна схема модернізації конвективної частини котла ПК-14 – було знижено кількість надлишкового повітря шляхом застосування двохступеневої схеми підігріву газів, крім підігріву газів після емульгатора, передбачено відбір теплоти від котла на тепlopостачання.

Модернізація газомазутних блоків при переводі на спалювання газу є одним з важливіших напрямків нарощування потужностей з покращенням економічних і екологічних показників енергоблоків ТЕС.

Ключові слова: маловитратна модернізація, утилізація теплоти, котел, енергоблок, відхідні гази, хвостові поверхні

Показником, що об'єктивно характеризує роботу теплоенергетичної галузі, є її здатність надійного і безперебійного виробітку електричної і теплової енергії в необхідних об'ємах і відповідної якості. Однак, стан теплоенергетики України на сучасному етапі розвитку являється критичним з наступних причин: [1].

- фізична зношеність основного і допоміжного технологічного обладнання ТЕС, що призводить до зниження показників надійності і економічної ефективності та потребує своєчасної модернізації, реконструкції чи повної заміни;
- використання застарілих технологій спалювання вугілля, заходів щодо захисту навколишнього середовища, обробки води;
- недостатність забезпечення ТЕС якісним енергетичним паливом і значні втрати горючої маси вугілля при його збагаченні;
- відсутність сірко- та азотоочисток димових газів котлоагрегатів.
- недостатність фінансових можливостей для модернізації та реконструкції обладнання ТЕС.

Одним з ефективних методів маловитратної модернізації котлів з метою підвищення їх економічних показників є зниження температури відхідних газів за рахунок заміни зношених конвективних поверхонь нагріву на нові, тієї ж конструкції, або встановлення оребрених поверхонь нагріву замість гладкотрубних [2-6]. Дослідження ЦКТИ (РФ) показали, що застосування в діючих котлах оребрених поверхонь нагріву дозволяє підвищити ККД, паропроодуктивність та експлуатаційну надійність котла. При цьому, збільшується виробництво електроенергії паротурбінними установками, покращуються їх економічні та екологічні показники, а також є можливість отримати додаткову кількість теплоти для технологічних потреб (опалення, гаряче водопостачання). Така модернізація може стати багатопільною. [3]

Так, Саратовським державним технічним університетом (СГТУ) при промислових випробуваннях на котлі типу НТ-200 Нижньотуринської ГРЕС при спалюванні природного газу і екібазутського вугілля в діапазоні навантажень (90 - 230) т/год, показано, що реальне зниження температури відхідних газів може досягти (30-35)°С з підвищенням ККД котла на 2 %. [4]

На котлах типу ПК-14 електростанцій АТ «Свердловенерго» була досліджена низка заходів щодо їх модернізації [6]. За базовий варіант при дослідженнях прийнято котел з усередненими експлуатаційними показниками, структурна схема конвективної шахти якого наведена на рис.1.

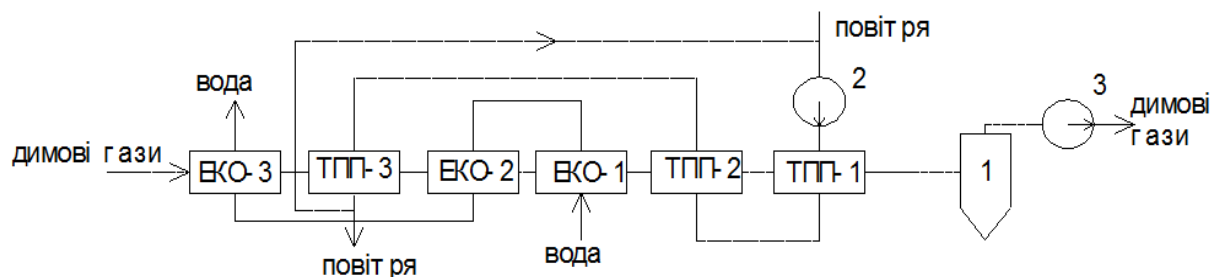


Рис 1. Структурна схема конвективної шахти котла ПК-14 (базовий варіант)
1 – скруббер, 2 – вентилятор, 3 – димосос

Спочатку (варіант 1) були проведені дослідження для зниження температури відхідних газів до значень, що не потребують захисту від низькотемпературної корозії трубчастого повітропідігрівача першого ступеню - ТПП-1, газоходу за ним і димової труби. При модернізації всі гладкотрубні економайзери (ЕКО-1,2,3) замінені на 3 оребрених (РЕКО) із труб з поперечним спіральним оребренням (рис.2). Це дало можливість збільшити поверхню ТПП-1 в 2 рази (з 1166 до 2319 м²), а другу ступінь повітропідігрівача (ТПП-2) - на нову, без зміни конструктивних характеристик. Така модернізація котла, за результатами досліджень на діючому котлі дозволила знизити температуру відхідних газів на 25 °С, підвищити ККД котла на 1,4%, зекономити 0,153 кг/с палива. Непрямий екологічний ефект, пов'язаний зі зменшенням витрати палива за рахунок зниження масового викиду золи в атмосферу, склав 0,002 кг/с.

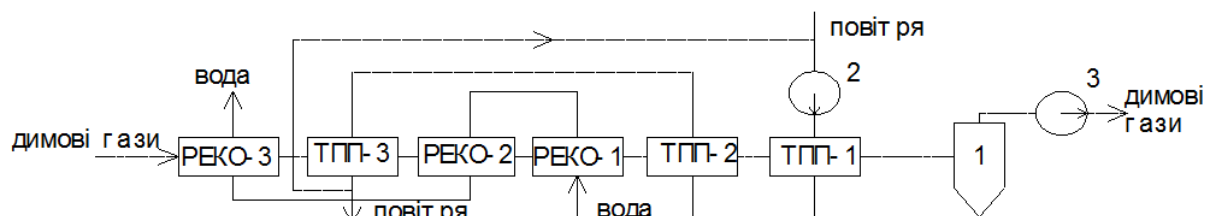


Рис 2. Структурна схема конвективної шахти котла ПК-14 (варіант 1)
1 – скруббер, 2 – вентилятор, 3 – димосос

Наступним кроком модернізації котла (варіант 2) було намагання об'єднати енергетичний і екологічний ефекти. Енергетичний ефект досягався, як і у варіанті 1, а екологічний – використанням емульгаторів замість скрубберів з трубами Вентурі і виразився у збільшенні ступені золовловлювання з 96 до 99%. Таким чином, при такому екологічному ефекті використання емульгатора в технології мокрої золоочистки модернізованих парових котлів можна розглядати як позитивне технічне рішення.

За результатами розрахунку варіанта 2, в порівнянні з вихідним, температура відхідних газів знизилася на 39°C, а ККД котла зріс на 2,16 %. Однак економія палива склала лише 0,028кг/с. Значною перевагою варіанта 2 перед вихідним варіантом в екологічному ефекті є зниження викидів золи на 0,121 кг/с. В цілому позитивний ефект очевидний, оскільки зниження викидів золи досягнуто практично при збереженні економічності роботи котла. Таким чином, варіант 2, по відношенню до варіанту 1, програє за енергетичним показником (у витраті палива), але має значні переваги за екологічним показником, так як, масовий викид золи зменшився в 4 рази.

У варіанті 3 - повна схема модернізації конвективної частини котла ПК-14 – (рис.3) було знижено кількість надлишкового повітря шляхом застосування двохступеневої схеми підігріву газів (підсушка – початковий підігрів надлишковим повітрям – підігрів до необхідної температури в газоводяному теплообміннику ГВТО із труб з поперечним оребренням).

У варіанті 3, крім підігрівання газів після емульгатора, передбачено відбір теплоти від котла на теплопостачання. Для цього в конвективній шахті замість ЕКО-1 встановлено високотемпературний теплофікаційний економайзер – ВТЕ, а ЕКО-2 замінено на РЕКО-2. Вбудований теплообмінник СВТО, встановлений в перепускному повітроводі між ТПП-2 і ТПП-3, містить змійовикові поверхні теплообміну із труб з поперечним оребренням.

Згідно цієї схеми (рис.3) зворотна вода із системи теплопостачання в кількості 25 кг/с з температурою 70°C підігрівається (для запобігання корозії металу труб) в СВТО до температури 80 °С і поступає в ВТЕ, де нагрівається до 150°C, а потім йде в ГВТО для підігріву димових газів після емульгатора. В ГВТО вода охолоджується до 130°C (стандартна температура прямої мережної води системи теплопостачання).

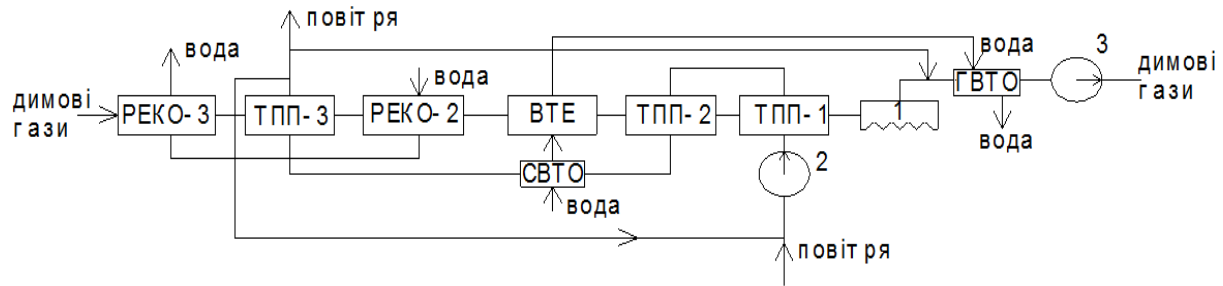


Рис 3. Повна схема модернізації конвективної частини пилувугільного котла типу ПК-14

1 – емульгатор; 2 – вентилятор; 3 – димосос; ВТЕ-високотемпературний теплофікаційний економайзер; СВТО-система вбудованих теплообмінників; ГВТО – газоводяний теплообмінник

Аналіз результатів розрахунків варіанту 3 показав, що запропоновано технічне рішення дозволяє знизити температуру відхідних газів, відносно вихідного варіанта, на 50°C, підвищити ККД котла на 2,78%, зменшити масовий викид золи на 0,119 кг/с і додатково отримати 6,3 МВт тепла для тепlopостачання. Порівняльні результати досліджених варіантів наведено в таблиці 1.

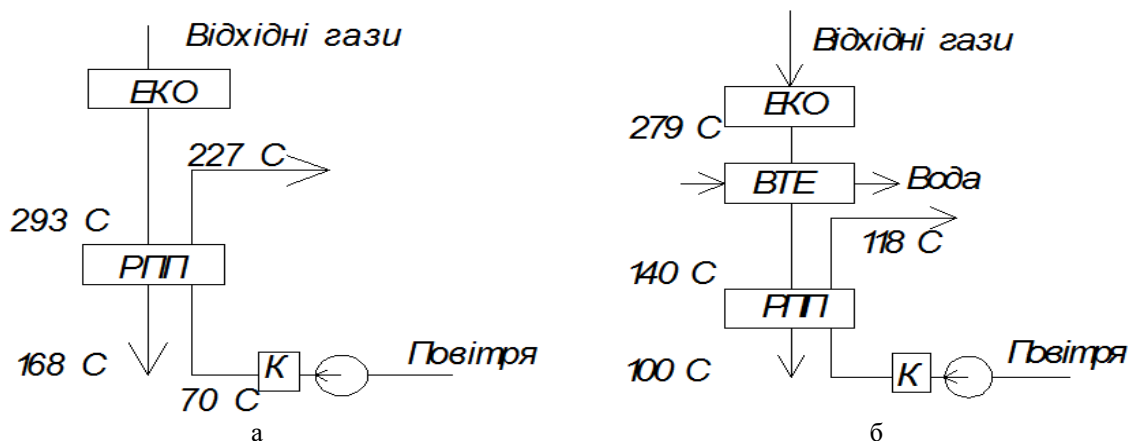
Таблиця 1

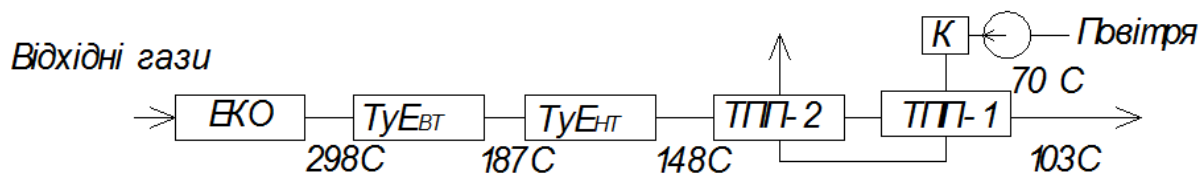
Основні вихідні дані і результати теплового розрахунку модернізованого котла ПК-14 [7]

Параметр	Вихідний варіант	Модернізація		
		Варіант1	Варіант 2	Варіант 3
Температура, °С :				
– перегрітої пари/ живильної води		510 / 215		
– гарячого повітря	338	331	316	333
– відхідних газів	153	128	114	103
ККД котлів, %	90,93	92,33	93,09	93,71
Масовий викид золи кг/с	0,161	0,159	0,04	0,042

З таблиці видно, що найбільший ефект модернізації досягнуто у варіанті 3, хоча він конструктивно більш складний.

Енергетичний ефект від модернізації хвостових поверхонь газомазутного котла за рахунок глибини допустимого зниження температури димових газів був досягнутий при спалюванні газу. [7,8] Так, в [8] показано, що при переводі котла енергоблоку на спалювання газу є можливість збільшити потужність енергоблоку на 5 % (без підвищення паропроодуктивності котла) шляхом «шунтування» потоків води і пари в деяких поверхнях нагріву і зниження гідравлічного опору в тракті. Крім того, можливим є відбір від котла теплофікаційного тепла при встановленні високотемпературного теплофікаційного економайзера - ВТЕ. Схеми модернізації хвостових поверхонь нагріву газомазутного котла в порівнянні з базовою компоновкою наведена на рис. 3





в

Рис. 4 – Варіанти схем компоновки хвостових поверхонь нагріву котла
 а – базовий варіант (висока температура відхідних газів), б – варіант з встановленням ВТЕ для покриття потреби в теплі; в – варіант з встановленням за ЕКО двох турбінних економайзерів, (один – ТуЕВТ працює на байпасі ПБТ, другий – ТуЕНТ – на байпасі ПНТ).

Техніко-економічні показники варіантів модернізації газомазутних котлів з різною компоновкою хвостових поверхонь наведено в таблиці 2

Таблиця 2

Техніко-економічні показники варіантів модернізації газомазутних котлів ТЕС. [8]

Показники	Варіанти схеми компоновки (рис.4)		
	а	б	в
Приріст потужності блока, МВт	0	0	11,4
Приріст теплопродуктивності блоку, Гкал/год/ГДж/год	0	38,6	0
Температура відхідних газів, °С	0	100	103
Зниження втрат з відхідними газами - Δq_2 , %		2,53	2,48
Зменшення викидів NO_x , %	0	30	30
Зниження питомих витрат палива на виробництво електроенергії, %	0	4,0	1,23

Розрахунки показали, що витрати на модернізацію газового котла в декілька разів менші вартості виробітку електроенергії та теплоти; оскільки підвищення економічності і покращення екологічних характеристик станції забезпечується без додаткових витрат.

Таким чином, можна стверджувати, що модернізація газомазутних блоків при переводі на спалювання газу є одним з важливіших напрямків нарощування потужностей з покращенням економічних і екологічних показників енергоблоків ТЕС

Висновки.

1. Підвищення економічних і екологічних показників котлів теплових електростанцій можливо досягти за рахунок зниження температури відхідних газів шляхом модернізації хвостових поверхонь нагрівання котлів.

2. Для правильного вибору шляхів і варіантів модернізації з метою використання тепла утилізації відхідних газів для цілей теплофікації та захисту від корозії необхідні промислові дослідження діючих котлів на різних видах палива і режимах експлуатації, що можливо отримати шляхом обміну досвідом з аналізом результатів промислових досліджень електростанцій.

3. Заміна гладкотрубних економайзерів на оребрені на котлах, що спалюють природний газ та екібастузьке вугілля показала можливість зниження температури відхідних газів на (25-35)°С з підвищенням ККД котла на 1,4-2,0 %.(котел НТ-200)

4. Екологічний ефект після модернізації хвостових поверхонь котлів може бути досягнуто шляхом заміни мокрого скрубера на емульгатор, що дає зниження температури відхідних газів на 39°С, зростання ККД котла на 2,16 % та зменшення масового викиду золи в 4 рази.(котел ПК-14, вугілля)

5. Позитивним рішенням є застосування двохступеневої схеми підігріву газів, за рахунок встановлення газоводяного теплообмінника із труб з поперечним оребренням, що дає зниження температури відхідних газів на 50°С, підвищення ККД котла на 2,78%, зменшення масового викиду золи на 0,119 кг/с і отримання додатково 6,3 МВт тепла для теплопостачання

6. Модернізація газомазутних котлів енергоблоків є менш витратною в порівнянні з котлами, що працюють на вугіллі, тому при переводі на спалювання газу вона може бути високоефективним засобом нарощування потужностей з покращенням економічних і екологічних показників ТЕС .

7. Результати натурних досліджень спеціалізованих організацій на діючих котлах щодо шляхів зниження температури відхідних газів та утилізації їх тепла для цілей теплофікації та захисту поверхонь

нагріву від корозії відкривають реальні можливості їх широкого впровадження з отриманням економічного та екологічного ефектів.

Список літератури.

1. Тепловая энергетика – новые вызовы времени/ Под общей редакцией П.Омельяновского, И. Мысака. – Львов: НВФ «Українські технології», 2010. – С.19-21
2. Пономарева Н.В., Сизов В.А., Медведев В.А. и др. Промышленные испытания ребристого экономайзера при сжигании в паровом котле Богословского бурого угля // Теплоэнергетика. 1997. № 4. С. 43-47.
3. Пономарева Н.В., Медведев В.А., Липец А.У. и др. Эффективность комплексной модернизации хвостовой части действующих пылеугольных котлов // Теплоэнергетика. 1999. № 8. С. 24-26.
4. Пономарева Н.В., Симонов В.Ф., Агеев М.А. Оптимизация систем глубокой очистки дымовых газов пылеугольных энергетических котлов // Известия вузов. Проблемы энергетики. 2006. № 9-10. С. 55-62.
5. Авторское свидетельство № 1776957. Комбинированная поверхность теплообмена. Авторы: Медведев В.А., Кузьмин А.В., Пономарева Н.В. // Б.И. 1992. № 43.
6. Липец А.У. Андреева А.Я. Поверхности нагрева из труб со спирально-ленточным оребрением// Теплоэнергетика 1997. №9 С. 15-19
7. Медведев В.А, Липец А.У., Пономарева Н.В., Бухман Г.Д., Кузнецова С.М. Эффективность комплексной модернизации хвостовой части действующих пылеугольных котлов// Теплоэнергетика 1999. №8 С. 43-48
8. О модернизации газомазутных блоков /М.А.Стырикович, А.П.Берсенов, В.В. Гордеев, А.У.Липец //Энергетик. 1996. №6.

L.A Kyesova, T.V. Sheleshey

National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»

**WAYS OF HEAT RECOVERY OF EXHAUST GASES THROUGH MODERNIZATION
CAUDAL SURFACES OF THE BOILERS OF TPP**

One of the most effective low-cost methods of upgrading to improve their economic performance is to reduce the temperature of exhaust gases by replacing worn convection heating surfaces with new ones.

On the boiler type PC-14 power stations of JSC "Sverdlovennerho" was investigated by a number of measures to upgrade them. First (option 1) for the modernization of all economizers replaced 3 finned. The next step is upgrading (option 2) would attempt to combine the energy and environmental effects. The energy effect is achieved as in option 1, and environmental - rather than using emulsifiers scrubbers. In option 3 - the complete scheme of modernization of the convective part of the boiler PK-14 - were reduced amount of excess air by using two stages of heating gases other than heating gases after emulsifier selection provides heat from a boiler for heating.

Upgrading blocs when transferred to the combustion gas is one of the most important areas of capacity building on improved economic and environmental performance of TPP.

Key words: low-cost upgrade, waste heat boiler unit, exhaust gases, tail surfaces

1. Thermal Energy and Utilities - new challenges / Edited P.Omelyanovskogo, I. Mysak. - Lviv: NVF "Ukrainian tehnologii", 2010. - P.19-21
2. Ponomareva NV, Sizov VA, VA Medvedev Industrial testing and other finned economizer during combustion in the boiler Theological lignite // Fittings. 1997. № 4. Pp. 43-47.
3. Ponomareva NV, VA Medvedev, Lipets AU etc. The effectiveness of the comprehensive modernization of the tail current coal-fired boilers // Fittings. 1999. № 8. Pp. 24-26.
4. Ponomareva NV, Simonov VF Agueyev MA Optimization of deep cleaning the flue gases of coal-fired power boilers // Proceedings of the universities. Energy problems. 2006. № 9-10. Pp. 55-62.
5. Copyright certificate number 1776957. Combined heat exchange surface. Authors: VA Medvedev, Kuzmin AV, Ponomareva NV // BI 1992. № 43.
6. Lipets AU Andreyev AY Heating surface of the tubes with spiral-finned // Thermal Engineering 1997. № 9, pp. 15-19
7. Medvedev VA, Lipets AU Ponomareva NV, Buchman GD Kuznetsova SM Effectiveness of the comprehensive modernization of the tail of the existing coal-fired boilers // Thermal Engineering 1999. № 8 pp. 43-48
8. Modernization gazomazutnyh blocks / M.A.Styrikovich, A.P.Bersenev, VV Gordeev, A.U.Lipets // energy. 1996. № 6.

УДК 621.036.7

Л.А. Кесова, д-р техн. наук, професор; Т.В. Шелешей

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

ПУТИ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛА УХОДЯЩИХ ГАЗОВ ПУТЕМ МОДЕРНИЗАЦИИ ХВОСТОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ КОТЛОВ ТЭС

Одним из эффективных методов малозатратной модернизации котлов с целью повышения их экономических показателей является снижение температуры уходящих газов за счет замены изношенных конвективных поверхностей нагрева на новые.

На котлах типа ПК-14 электростанций АО «Свердловэнерго» была исследована ряд мероприятий по их модернизации. Сначала (вариант 1) при модернизации все гладкотрубный экономайзеры заменено 3 оребренных. Следующим шагом модернизации котла (вариант 2) была попытка объединить энергетический и экологический эффекты. Энергетический эффект достигался, как и в варианте 1, а экологический - использованием эмульгаторов вместо скрубберов и выразился в увеличении степени золоулавливания. В варианте 3 - полная схема модернизации конвективной части котла ПК-14 - был снижен количество избыточного воздуха путем применения двухступенчатой схемы подогрева газов, кроме подогрева газов после эмульгатора, предусмотрен отбор теплоты от котла на теплоснабжение.

Модернизация газомазутных блоков при переводе на сжигание газа является одним из важнейших направлений наращивания мощностей с улучшением экономических и экологических показателей энергоблоков ТЭС.

Ключевые слова: малозатратная модернизация, утилизация теплоты, котел, энергоблок, уходящие газы, хвостовые поверхности

Надійшла 28.08.2014

Received 28.08.2014

УДК 502:504

О. В. Кофанова, д-р. пед. наук, канд. хім. наук, доцент, О. Є. Кофанов

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ "ФІЗИКО-ХІМІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ" ВЛАСТИВОСТЕЙ МОТОРНОГО ПАЛИВА ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОСТІ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

У статті проаналізовано способи підвищення екологічності автотранспортних засобів, зокрема за допомогою методу "фізико-хімічного регулювання" властивостей моторного палива. На основі проведених досліджень та вивчення наукових джерел доведена можливість і доцільність застосування цього методу для підвищення екологічності автотранспортних засобів без втрати їх економічних та експлуатаційних показників. Запропоновано підвищити паливну економічність та екологічність двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) шляхом додавання до моторного палива присадок комплексної дії, що містять як компоненти поверхнево-активні речовини, антиоксиданти та розчинник. Доведено, що додавання пакету присадок до моторного палива дає змогу не тільки підвищити надійність роботи автомобіля та збільшити термін служби двигуна, а й підвищити паливну ефективність автотранспортного засобу та скоротити питомі викиди ДВЗ шкідливих речовин у атмосферне повітря.

Ключові слова: автомобільний транспорт, відпрацьовані гази, викиди, парникові гази, моторне паливо, охорона навколишнього середовища, присадки до моторного палива

Вступ. Останні роки ознаменувалися суттєвими перетвореннями в усіх сферах життєдіяльності людини, що спричинило закономірну зміну ставлення людства до екологічних проблем. Перехід України на засади сталого розвитку суспільства й біосфери потребує кардинальних перетворень у способах ведення господарської діяльності, особливо в автотранспортній галузі. Отже, проблема підвищення паливної ефективності та зниження рівня споживання природних ресурсів є надзвичайно актуальною для