

Семитківська Т. О.

АНАЛІЗ ЗАКОРДОННИХ ДИЗЕЛЬНИХ ПАЛИВ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОКРАЩАННЯ ЇХ ЕКОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Здійснено порівняльну оцінку споживання екологічно чистого дизельного палива і палива з підвищеним вмістом сірки серед різних країн світу. На прикладі Російської Федерації представлено інформацію щодо щорічного викиду продуктів згорання.

Обґрунтовано небезпеку дизельної сажі за рахунок збільшення адсорбації на її поверхні поліциклічних, ароматичних вуглеводнів.

Доведено необхідність цілеспрямованого вивчення можливості заміни ароматичної складової в паливі, використовуючи стратегію екологічно безпечних домішок.

Ключові слова: дизельне пальне, екологічна небезпека, сірчисті сполуки, шкідливі викиди, присадки.

1. Вступ

Дизельні палива спричиняють масштабні забруднення навколишнього середовища. Тому, підвищення екологічної якості дизельного палива (ДП) є актуальним, оскільки за існуючим прогнозам [1] потреба в ДП буде зростати швидкими темпами і вже в 2025 році світовий об'єм виробництва збільшиться та складатиме в середньому 35 % від об'єму нафти, що перероблюється.

Сумарний попит на ДП у світі постійно зростає. В Західній Європі на сьогодні питома вага ДП складає третину від загального обсягу використання палива.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Споживання екологічно чистого ДП в окремих країнах світу (у відсотках від загальної потреби) складає: Великобританія – 8; Австрія – 30; Німеччина – 20; Скандинавські країни – 65; Італія – 3; США – 35; Росія – близько 70 млн. т/рік, з них близько 40 % палива вміщує підвищену кількість сірки.

Варто зауважити, що питання екології хвилюють далеко не всіх. Передові наукові дослідження в першу чергу направляють свої зусилля на вдосконалення характеристик управління дизельних палив [2], їх енергетичних властивостей шляхом гідрогенізації та азотування продукту [3].

Одним із способів модифікації пального обговорюють використання водоемульсійних складових для поліпшення повноти згорання та зниження емульсії сажі [4].

У ряді випадків присадки можуть різко збільшувати цитанове число, що обумовлює необхідність вдосконалення автоматизації управління двигуна [5].

Не дивлячись на традиційні технології країн арабського світу вивчається можливість покращення енергоефективності за рахунок кореляції фракційного складу з додаванням біодизеля [6].

Однак як правило рішення однієї проблеми веде до ускладнень в іншій сфері – відкладення нагару на деталях силової установки [7].

Дослідження по сумішевим паливом при коупоундуванні із спиртом в порівнянні з мінеральними мастилами значно знижує щільність та в'язкість, водночас покращуючи екологічні показники [8].

3. Об'єкт, ціль та задачі дослідження

Об'єктом даного дослідження є оцінка перспективи поліпшення екологічних характеристик дизельного пального.

Метою дослідження є формування вітчизняних пріоритетних напрямків поліпшення характеристик дизельного пального на базі аналізу передового досвіду провідних країн світу.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні завдання:

1. Провести аналіз тенденції поліпшення екологічних характеристик.
2. Надати рекомендації з вибору стратегії досліджень, спрямованих на зменшення шкідливого впливу відпрацьованих газів на навколишнє середовище.
3. Проаналізувати вплив окремих компонентів дизельного пального на його експлуатаційні характеристики.

4. Результати досліджень перспективи покращення екологічних характеристик дизельного пального

Атмосфера забруднюється окисами сірки, азоту, а також твердими вуглеводнями, у тому числі небезпечними ароматичними вуглеводнями (АВ). З продуктами згорання ДП, наприклад в Росії, щороку викидається до 500 тис. т. сірчаного ангідриду, близько 1,5 млн. т. вуглеводнів та 1–1,5 млн. т. твердих часточок, основна маса яких припадає на сажу [9].

Сумарний викид шкідливих речовин з урахуванням діючих норм складає близько 14 млн. т/рік, але за деякими даними цей показник на 45–50 % вище.

Таким чином, проблема потребує постійної уваги, оскільки негативні наслідки можуть вийти за допустимі межі і набути катастрофічного характеру.

На основі проведеного аналізу встановлено залежність між вмістом в ДП сірки (S, %), АВ (А, %), температурою 90 відсоткової точки перегонки (Т90, °С) та кількістю твердих часточок (ТЧ, г/кВт×год) відпрацьованих газів (ВГ) дизельного двигуна:

$$ТЧ = 10 - 4[18А + 5,6Т90 + 5200s + 400].$$

Цю залежність яскраво демонструє рис. 1.

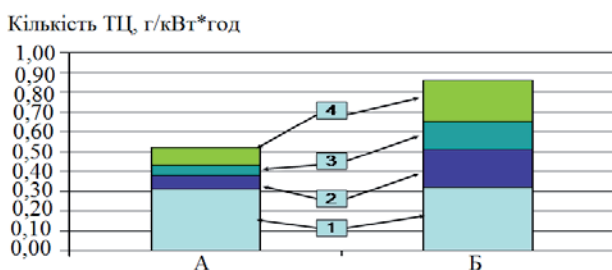


Рис. 1. Вплив вмісту сірки (А — 0,2 %, Б — 0,55 %) в дизельному пальному на викид твердих частинок у відпрацьованих газах: 1 — тверді вуглецеві частки, 2 — зв'язана вода, 3 — сульфати, 4 — розчинна органічна фаза

Варто зауважити, що екологічна небезпека сажі збільшується за рахунок адсорбції на її поверхні поліциклічних АВ, у тому числі висококанцерогенних бензапірену та нітрузоамінів.

Зазвичай вміст АВ в дизельних паливах, які виробляються промисловістю (з радянських часів) коливається в межах 20–35 % [10].

В ході проведення аналізу встановлюється загальна тенденція, характерна для всіх типів двигунів: чим більший загальний вміст АВ, тим більше у вихлопі пірену та бензапірену.

Вторинними характеристиками вмісту АВ також є наступні показники: густина, цитанове число, в'язкість. Зокрема збільшення густини палива з 800 до 860–870 кг/м³ призводить до збільшення вмісту АВ з 15 до 27 %, тобто приблизно в 5 разів.

Водночас, зменшення цитанового числа з 52 до 40 одиниць призводить до збільшення емісії твердих частинок приблизно в 2 рази.

Найбільший вплив на викиди здійснюють АВ. Так, збільшення вмісту АВ у паливі з 5 до 24 % призводить до збільшення викиду на 54 %.

При зростанні температури кінця кипіння ДП також зростає вміст бі- та поліциклічних АВ, при чому найбільше для зразків, які мають точку кипіння в межах 180–380 та 180–400 °С [10] (табл. 1), що у свою чергу призводить до збільшення задимленості.

З гетероорганічних сполук, які входять до складу ДП, найбільш небезпечним впливом на навколишнє середовище вирізняються сірчані сполуки та сполуки азоту. Сірчані сполуки згорають у дизельних двигунах в основному до діоксиду сірки та частково до триокси-

ду (1–2 %) [11]. Безперечно, ці речовини здатні викликати корозію металів, руйнування металоконструкцій та доріг, а також кислотні дощі, тощо.

Таблиця 1

Вплив температури кипіння палива на вміст та склад ароматичних вуглеводнів

| Показник | Кінець кипіння за ІТК, °С* | | | | | |
|-----------------------|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 300 | 320 | 340 | 360 | 380 | 400 |
| Фракційний склад, °С: | | | | | | |
| 10 % | 226 | 230 | 237 | 238 | 242 | 245 |
| 50 % | 253 | 264 | 277 | 287 | 294 | 305 |
| 90 % | 279 | 294 | 317 | 336 | 353 | — |
| к. к./вихід, % | 293/99 | 308/98 | 332/98 | 352/98 | 360/95 | 360/85 |
| Вміст АВ, %: | 34,1 | 21,0 | 24,2 | 30,5 | 29,1 | 30,5 |
| У т. ч. | | | | | | |
| Моноциклічні | 25,1 | 13,5 | 14,0 | 19,8 | 15,6 | 18,1 |
| Біциклічні | 8,7 | 6,7 | 8,7 | 8,8 | 10,9 | 9,3 |
| Поліциклічні | 0,33 | 0,82 | 1,50 | 1,90 | 2,60 | 3,10 |

Примітка: * — н. к. 180 °С

На сьогодні затверджені певні стандарти на дизельне паливо, які відповідають європейському стандарту EN 590 (табл. 2).

Таблиця 2

Європейська класифікація на дизельне паливо EN 590

| Показник | 2005 рік | 2015 рік | 2025 рік |
|---------------------------------|----------|----------|-------------|
| Цетанове число | 45 | 49 | 53 |
| Густина (15 °С), г л. | — | 820–860 | <845 |
| Фракційний склад (95 % об.), °С | — | 370 | 340 |
| Тк. к., °С | — | — | 350 |
| Поліароматичні сполуки, % | — | — | 2 |
| Вміст сірки, % | 0,2 | 0,05 | 0,003–0,005 |
| Здатність до змащення | — | 460** | — |
| Захист від корозії | — | — | вводиться |
| Миюча здатність | — | — | вводиться |

Примітка: * — Європейський парламент погодив специфікацію до 2025 року; ** — діє до 2025 року

Прийняття зазначених стандартів обумовлено актуальністю проблеми виробництва палив з низьким вмістом сірки, що знайшло своє відображення й в американських національних та міжнародних стандартах.

В основних вимогах закордонних специфікацій на дизельні палива вміст сірки нормується не більше 0,05 % (США, країни ЄС, в Швеції для деяких марок не більше 0,005 та 0,001 %).

Вміст ароматичних вуглеводнів не більше 10 % нормується в штатах США. У європейському стандарті EN 590 вміст АВ не нормується; проте вміст сірки не повинен перевищувати 0,05 % мас.

Наомість, норми на граничні рівні викидів автомобілями ВГ постійно стають більш жорсткими, про що свідчать дані табл. 3 та табл. 4.

Таблиця 3

Норми токсичності ВГ дизелів потужністю більше 150 кВт, г/кВт*год

| Країна | CO | Вуглеводні | NOx | ТЧ |
|------------|------|------------|-----|------|
| ЕЕС | 4 | 1,1 | 7,0 | 0,15 |
| Швейцарія | 4,9 | 1,23 | 9,0 | 0,7 |
| Австрія | 4,9 | 1,23 | 9,0 | 0,4 |
| Швеція | 4,9 | 1,2 | 9,0 | — |
| Норвегія | 4,9 | 1,2 | 7,0 | 0,4 |
| Нідерланди | 5 | 1,25 | 9,0 | — |
| США | 20,9 | 1,76 | 6,7 | 0,34 |

Вимоги до сучасних та перспективних палив в США визначаються поправкою до Закону «Про чисте повітря та підприємства», який розроблено Агентством з охорони навколишнього середовища (ЕРА).

Таблиця 4

Норми шкідливих викидів для автовок, г/км

| Виниди | США | Росія | ЕЕС |
|-------------------|------|--------|------|
| Оксид вуглецю, CO | 2,1 | 13–25* | 2,72 |
| Вуглеводні, CH | 0,25 | — | — |
| Окси азоту, NOx | 0,63 | — | — |
| Сума, CH+NOx | — | 4,8–7* | 0,97 |

Примітка: * — в залежності від контрольної маси

Як правило, в державі екологічне законодавство базується на Законах про охорону навколишнього середовища та низці підзаконних нормативних актів, що затверджені місцевими органами.

Згідно специфікації EN 590 в Європі діє перелік, який складається з шести класів палив, у залежності від кліматичних поясів (табл. 5).

Таблиця 5

Класифікація дизельних палив у відповідності до кліматичних поясів

| Країна | Клас | КТФ*, °C | |
|----------------|------------------------|-----------------|---------------|
| | | Взимку | Влітку |
| Австрія | F | -20 | 5 |
| Бельгія | E | -15 | 0 |
| Данія | F | -20 | 0 |
| Франція | E, F | -20; -15 | 0 |
| Німеччина | F | -20 | 0 |
| Великобританія | E | -15 | -5 |
| Греція | C | -5 | 5 |
| Італія | D | -10 | 0 |
| Нідерланди | E | -15 | 0 |
| Португалія | D | -10 | 0 |
| Іспанія | D | -10 | 0 |
| Швейцарія | F | -20 | -10 |
| Фінляндія | Арктичний, кл. 2 | -16** | -32 |
| Норвегія | Арктичний, кл. 1 | -10** | -20 |
| Швеція | Арктичний, кл. 1, 2, 3 | -10; -16; -20** | -20; -26; -32 |

Примітка: * — КТФ — критична температура фільтрування; ** — ТП — температура помутніння

В табл. 6 наведено показники якості різних дизельних палив: ДК-1 — дизельне паливо США низької якості; ДК-2 — дизельне паливо США середньої якості; ДК-3 — західноєвропейське дизельне паливо хорошої якості; ДК-4 — експериментальне паливо, отримане в результаті глибокої гідро очистки дизельних фракцій і яке характеризується високим значенням метанового числа та низьким умістом сірки.

Таблиця 6

Властивості дизельних палив

| Показник | ДК-1 | ДК-2 | ДК-3 | ДК-4 |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Густина при 15 °C, г/см ³ | 0,870 | 0,871 | 0,842 | 0,816 |
| Цетанове число | 40,2 | 45,6 | 52,2 | 64,3 |
| Вміст: | | | | |
| Сірки, % мас. | 0,27 | 0,47 | 0,24 | 0,01 |
| Ароматичних вуглеводнів, % об. | 52,0 | 34,1 | 35,0 | 8,8 |

В табл. 7 та на рис. 2 наведені відносні величини викидів твердих речовин автомобілем, що експлуатується на вказаних паливах (за 100 % прийняті викиди при роботі на дизельному паливі ДК-3).

Таблиця 7

Відносні величини викиду шкідливих речовин різних дизельних палив, % мас.

| Марка палива | Вуглеводні | Оксиди вуглецю | Оксиди азоту | Тверді часточки |
|--------------|------------|----------------|--------------|-----------------|
| ДК-1 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| ДК-2 | 196 | 142 | 108 | 145 |
| ДК-3 | 151 | 121 | 103 | 141 |
| ДК-4 | 61 | 78 | 93 | 67 |

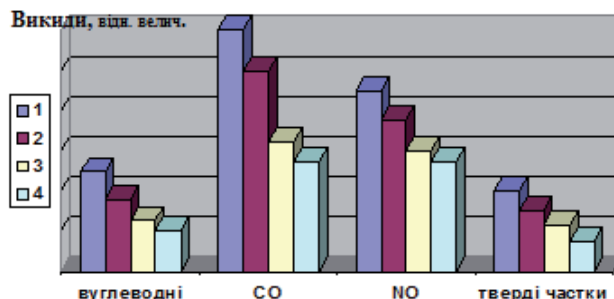


Рис. 2. Вплив якості дизельного палива на викиди шкідливих речовин для автомобіля з дизельним двигуном: 1, 2, 3, 4 — дизельне паливо ДК-1, ДК-2, ДК-3, ДК-4 відповідно

У всіх країнах приймаються урядові постанови, які більш жорстко регламентують якість моторних палив, особливо дизельних, за вмістом сірки, азоту, ароматичних вуглеводнів. Деякі діючі норми та екологічно чисті дизельні палива (ЕЧДП) наведені в табл. 8.

Сьогодні на паливний ринок нафтоперероблювана промисловість постачає дизельне паливо (у відповідності до ДСТУ) трьох марок:

- Л — для літа, яке застосовується при температурі навколишнього повітря 0 °C та вище;
- З — зимове, яке застосовується при температурах до -20 °C (в цьому випадку зимове дизельне паливо повинне мати $T_{заст} \leq -35$ °C та $T_{п} \leq -45$ °C);

Таблиця 8

Показники якості екологічно чистих дизельних палив

| Показник | США з 1993 року | | Швеція | | | ЄЕС* | Японія з 1997 року |
|--|-------------------------|-----------------|---------|---------|---------|------|--------------------|
| | Закон про чисте повітря | Штат Каліфорнія | I-кл. | II-кл. | III-кл. | | |
| Густина, г/см ³ | 830–860 | 830–860 | 800–820 | 800–820 | 800–830 | — | — |
| Уміст сірки, млн ⁻¹ , не більше | 500 | 500 | 10 | 50 | 500 | 500 | 500 |
| Уміст азоту, млн ⁻¹ , не більше | — | 10 | — | — | — | — | — |
| Уміст ароматичних вуглеводнів, % об. не більше | 35 | 10 | 5 | 10 | 25 | — | — |
| Цетановий індекс, не менше | 40 | 48 (ЦЧ) | 50 | 47 | 47 | — | — |
| Температура, °С: | | | | | | | |
| н. к. | 171 | 170–215 | 180 | 180 | 180 | — | — |
| к. к. | 349 | 305–350 | 300 | 310 | 330 | — | — |

Примітка: * — в країнах ЄЕС 25 % ЕЧДП випускають з 1995 року, повний перехід — в 1996 році

— або зимове, яке застосовується при температурах до -30°C (тоді паливо повинне мати $T_{\text{заст}} \leq -45^{\circ}\text{C}$ та $T_{\text{п}} \leq -35^{\circ}\text{C}$);

— А — арктичне, температура якого встановлюється до -50°C .

У плані нормативів в Росії прийняті технічні умови на дизельне літнє екологічно чисте паливо (ДЛЕЧ) без обмеження за вмістом ароматичних вуглеводнів, а також дизельне арктичне екологічно чисте (ДЛЕЧ) з обмеженням вмісту ароматичних вуглеводнів (табл. 9).

Вміст сірки у дизельному паливі марок Л та З не перевищує 0,5 %, а марки А — 0,4 %; для палив більш високої категорії якості цей параметр не повинен перевищувати значення 0,2 %.

Паливо отримують компаундуванням прямоточних гідроочищених фракцій у співвідношеннях, які забезпечують приведення вмісту сірки до затверджених норм.

Таблиця 9

Фізико-хімічні показники екологічно чистих дизельних палив

| Показник | Для літа | | Арктичне |
|---|------------------------------|------------------------------|---------------------------|
| | ДЛЕЧ | ДЛЕЧ-В | ДАЕЧ |
| Цетанове число, не менше | 45 | 45 | 40 |
| Фракційний склад, °С: | | | |
| 50 %, не більше | 280 | 280 | 255 |
| 96 %, не більше | 360 | 360 | 330 |
| Температура застигання, °С, не більше | -10 | -10 | -55 |
| Масова частка сірки, %, не більше | I вид — 0,05 II вид — 0,2 | I вид — 0,05 II вид — 0,2 | 0,05 |
| Масова частка ароматичних вуглеводнів, %, не більше | Не нормується | I вид — 10 II вид — 20 | I вид — 10 II вид — 20 |
| Густина при 20 °С, кг/м ³ , не більше | 860 | 860 | 860 |

В якості сировини для гідроочистки часто використовують суміші середньодисциляторних фракцій прямої перегонки та вторинних процесів, часто прямої перегонки дизельного палива і легкого газойля каталітичного крекінгу. Вміст сірки у фракціях після прямої перегонки,

у залежності від нафти, що переробляється, коливається в межах 0,8–1,0 %.

Дизельне паливо більш важкого фракційного складу виробляється для застосування влітку. Воно відрізняється більш високою (на 20–30 °С) температурою кінця кипіння — до 360 °С.

Законодавство промислово розвинутих країн визначає критичні норми токсичних викидів двигунами внутрішнього згорання і уміст шкідливих компонентів у паливі. Загальновизнаними лідерами в області екологічного законодавства є Німеччина, США та Скандинавські країни.

Враховуючи занепокоєння екологів, вченими розроблено спеціальне дизельне паливо для використання у містах з великою кількістю автомобілів. Це яскраво показують дані табл. 10, де наведений приклад використання даного виду палива у великому місті.

Таким чином, найбільш важливою задачею у виробництві палив є задоволення зростаючого попиту, в умовах більш жорстких вимог на екологічні та споживчі властивості палив.

Проведений аналіз дає підстави стверджувати:

1. Найбільш ефективним способом зниження вмісту сірки у дизельному пальному є процес гідроочищення та деароматизації, однак ці технології можливо вважати пріоритетними для країн з розвинутою нафтопереробною промисловістю.

2. Застосування антидимних присадок з вмістом терморозчинних сполук барію є високо затратним. Використання на етапі компаундування вбачається проблематичним. Проте цей напрямок знайшов застосування у Російській Федерації та США.

3. Для визначення пріоритетності застосування антидимних та протиокислювальних присадок необхідне дослідження механізму їх дії та ефекту синергізму у стендових випробуваннях.

4. У дослідженні фізико-хімічних характеристик палива найбільш результативним є використання досконалої діагностичної апаратури, що дозволить значно прискорити та підвищити ефективність робіт.

Необхідність вирішення екологічних проблем суспільства на міжнародному рівні змушує країни навіть традиційно багатих вуглеводневою сировиною розвивати та фінансувати подібні дослідження, що підтверджує актуальність розглянутого питання.

Таблица 10

Характеристика миського дизельного палива з покращеними екологічними властивостями

| Показник | Норми для різних марок | | | | |
|--|------------------------|---------|---------|----------------|----------------|
| | ДЕК-Л | ДЕК-З | ДЕКп-Л | ДЕКп-З, -15 °С | ДЕКп-З, -20 °С |
| Цетанове число, не менше | 49 | 45 | 49 | 45 | 45 |
| Фракційний склад, переганяється при температурі не вище, °С: | | | | | |
| 50 % | 280 | 280 | 280 | 280 | 280 |
| 96 % (кінець перегонки) | 360 | 340 | 360 | 360 | 360 |
| Кінематична в'язкість при 20 °С, мм ² /с | 3,0–6,0 | 1,8–5,0 | 3,0–6,0 | 1,8–6,0 | 1,8–6,0 |
| Температура, °С не вище: | | | | | |
| Застигання | -10 | -35 | -10 | -25 | -35 |
| Критичного фільтрування | -5 | -25 | -5 | -15 | -25 |
| Температура спалаху, яка визначається у закритому тиглі, °С, не нижче: | | | | | |
| – для тепловозних та судових дизелів та газових турбін | 62 | 40 | 62 | 40 | 40 |
| – для дизелів загального призначення | 40 | 35 | 40 | 35 | 35 |
| Масова частка сірки, %, не більше у паливі: | | | | | |
| I виду | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| II виду | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| Масова частка меркаптанової сірки, % не більше | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Кислотність, мг КОН/100 см ³ палива, не більше | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 |
| Йодне число, г I ₂ /100 г палива | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 |
| Зольність, % не більше | 0,01 | 0,01 | 0,04 | 0,04 | 0,04 |
| Коксуємість 10 %-го залишку, %, не більше | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| Коефіцієнт фільтрації (до введення присадки у паливо), не більше | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Кольоровість, од. ЦНТ, не більше | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| Густина при 20 °С, кг/м ³ , не більше | 860 | 860 | 860 | 860 | 860 |

Примітка: для дизельних палив усіх марок: вміст сірководню, водорозчинних кислот та лугів, механічних домішок та води — відсутній; випробовування на мідній пластині — витримують

5. Висновки

1. Передові країни світу активно займаються пошуком досконалих рішень у сфері екологічної безпеки застосування палив.

2. Для невідкладного вирішення проблеми необхідно на державному рівні прийняти фундаментальні заходи, які направлені на підвищення ефективності досліджень в області вдосконалення характеристик палив.

Література

- Осипов, Л. Н. О перспективах организации производства экологически чистого дизельного топлива на российских НПЗ [Текст] / Л. Н. Осипов, Э. Ф. Каминский, В. М. Курганов, В. А. Хавкин // Нефтепереработка и нефтехимия: НТС. — М.: ЦНИИТЭ-нефтахим., 2005. — № 8. — С. 9.
- Ashok, B. LPG diesel dual fuel engine — A critical review [Text] / B. Ashok, S. Denis Ashok, C. Ramesh Kumar // Alexandria Engineering Journal. — 2015. — Vol. 54, № 2. — P. 105–126. doi:10.1016/j.aej.2015.03.002
- Christodoulou, F. Experimental investigation of the effects of simultaneous hydrogen and nitrogen addition on the emissions and combustion of a diesel engine [Text] / F. Christodoulou, A. Megaritis // International Journal of Hydrogen Energy. — 2014. — Vol. 39, № 6. — P. 2692–2702. doi:10.1016/j.ijhydene.2013.11.124
- Shehata, W. M. Simple optimization method for partitioning purification of hydrogen networks [Text] / W. M. Shehata, A. M. Shoaib // Egyptian Journal of Petroleum. — 2015. — Vol. 24, № 1. — P. 87–95. doi:10.1016/j.ejpe.2015.02.009
- Wang, X. Diesel Engine PT Pump Fault Diagnosis based on the Characteristics of its Fuel Pressure [Text] / X. Wang, Y. Cai, X. Lin // IERI Procedia. — 2014. — Vol. 7. — P. 84–89. doi:10.1016/j.ieri.2014.08.014
- EL_Kassaby, M. Studying the effect of compression ratio on an engine fueled with waste oil produced biodiesel/diesel fuel [Text] / M. EL_Kassaby, M. A. Nemit_allah // Alexandria

Engineering Journal. — 2013. — Vol. 52, № 1. — P. 1–11. doi:10.1016/j.aej.2012.11.007

- Ramdas, R. Using real particulate matter to evaluate combustion catalysts for direct regeneration of diesel soot filters [Text] / R. Ramdas, E. Nowicka, R. Jenkins, D. Sellick, C. Davies, S. Golunski // Applied Catalysis B: Environmental. — 2015. — Vol. 176–177. — P. 436–443. doi:10.1016/j.apcatb.2015.04.031
- Yasin, M. H. mat. Fuel Physical Characteristics of Biodiesel Blend Fuels with Alcohol as Additives [Text] / M. H. mat Yasin, R. Mamat, A. F. Yusop, R. Rahim, A. Aziz, L. A. Shah // Procedia Engineering. — 2013. — Vol. 53. — P. 701–706. doi:10.1016/j.proeng.2013.02.091
- Селимов, М. К. Эколого-экономические аспекты развития производства моторных топлив в США [Текст] / М. К. Селимов, А. А. Абросимов. — М.: ЦНИИТЭ-нефтехим, 2011. — 65 с.
- Максимов, А. Н. Стабилизация экологической обстановки и использование современных видов моторных топлив [Текст] / А. Н. Максимов, Л. Н. Дунаев, А. Ю. Матвеев, А. С. Гусев // Информационно-аналитические аспекты. — М.: СЭБ Интернационал холдинг, 2008. — 368 с.
- Насиров, Р. К. Экологические аспекты производства и сертификации нефтепродуктов [Текст] / Р. К. Насиров, В. Ю. Харченко, И. Р. Насиров, Э. М. Талисман, Н. А. Ковальчук. — М.: ЦНИИТЭ-нефтахим., 2006. — 83 с.

АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ И ПЕРСПЕКТИВЫ УЛУЧШЕНИЯ ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Проведена сравнительная оценка потребления экологически чистого дизельного топлива и топлива с повышенным содержанием серы среди различных стран мира. На примере Российской Федерации представлена информация по ежегодным выбросам продуктов сгорания.

Обоснована опасность дизельной сажи за счёт увеличения адсорбации на ее поверхности полициклических, ароматических углеводородов.

Доказана необходимость целенаправленного изучения возможности замены ароматической составляющей в топливе, используя стратегию экологически безопасных присадок.

Ключевые слова: дизельное топливо, экологическая опасность, сернистые соединения, вредные выбросы, присадки.

Семитківська Таїса Олексіївна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра екології та охорони навколишнього середовища, Кіровоградський національний технічний університет, Україна, e-mail: semitkovskaya@mail.ru.

Семитковская Таисия Алексеевна, кандидат технических наук, доцент, кафедра экологии и охраны окружающей среды, Кировоградский национальный технический университет, Украина.

Semytkinska Tayisiya, Kirovohrad National Technical University, Ukraine, e-mail: semitkovskaya@mail.ru

УДК 629.735.03:662.75:621

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.51422

Кузнєцова О. Я.

ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕСТРУКЦІЇ АНТИПІННОЇ ПРИСАДКИ

Досліджено структурні перетворення в молекулах антипінної присадки, які відбуваються при тривалому використанні гідравлічної оливи «Гідронікойл FH-51». Знайдено, що молекули присадки зазнають деструкції з розривом зв'язків Si–O, в наслідок чого утворюються низькомолекулярні структури, здатні до ущільнення та термодеструктивних перетворень. Встановлено, що утворюються кисневмісні сполуки в результаті окиснення вуглеводнів всіх типів та деструкції антипінної присадки.

Ключові слова: антипінна присадка, старіння оливи, деструкції молекул, кисневмісні сполуки, окиснення вуглеводнів.

1. Вступ

При переробці нафти з застосуванням певних технологічних процесів створюється визначений вуглеводневий склад гідравлічних оливи, що забезпечує необхідні експлуатаційні властивості оливи. З метою покращення окремих експлуатаційних властивостей до складу оливи додаються присадки. Під дією зовнішніх факторів з часом експлуатації в гідросистемі повітряного судна як молекули вуглеводнів, так і присадок здатні до хімічних перетворень, що у свою чергу, знижує гарантований ресурс придатності оливи та рівень безпеки польотів, і надійність роботи агрегатів гідравлічної системи.

У зв'язку з цим актуальною є задача дослідження перетворень, які перебігають в молекулах присадок при тривалому використанні та взаємодія останніх з вуглеводнями оливи.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Зокрема, однією з таких присадок є антипінна присадка. Для запобігання піноутворення до гідравлічних оливи типу «Гідронікойл FH-51» вводиться органосилоксановий полімер [1]. На рис. 1 подано її загальну структурну формулу.

На місці радикалів R можуть бути CH_3 -, C_2H_5 - та C_3H_7 -групи або їх суміш в залежності від технології виробництва та складу вихідних компонентів.

Утворення піни виникає в процесі експлуатації оливи внаслідок їх перемішування з повітрям при перекачуванні, під час наливу. Піноутворення погіршує змащування поверхонь тертя, погіршує роботу гідравлічної системи, прискорює окиснення оливи в присутності кисню повітря, в тому числі, утворення піни відбувається під час

добутку нафти. Автори роботи [2] дослідили ефективність руйнування піни в нафті за допомогою різних присадок, зокрема, з'ясували, найбільшу ефективність поліестерових сполук.

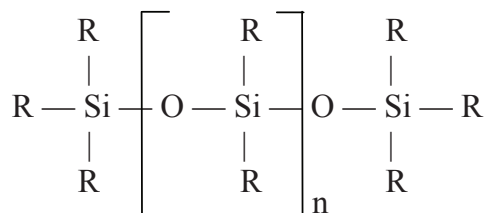


Рис. 1. Загальна структурна формула поліорганосилоксанової рідини

Присутність в гідравлічній оливі води та продуктів окиснення вуглеводнів посилює піноутворення [1], що погіршує експлуатаційні властивості оливи. В роботах [3, 4] досліджено нові методи очистки гідравлічних оливи від емульсійної води та механічних домішок, що опосередковано має запобігати піноутворенню. Автори робіт [5–7] дослідили старіння гідравлічної оливи автономних гідроприводів систем управління ракетно-космічною технікою та встановили її оптимальний вуглеводневий склад, в тому числі необхідну кількість присадок. В роботах [8, 9] досліджено особливості перебігу реакцій окиснення молекул вуглеводнів гідравлічної оливи «Гідронікойл FH-51». У свою чергу, руйнування молекул антипінної присадки при тривалому використанні оливи спричиняє порушення механізму піногасіння та прискорює старіння оливи. У зв'язку з цим, дослідження механізму руйнування молекул антипінної присадки при тривалому використанні оливи «Гідронікойл FH-51» залишається актуальною проблемою.