

в широком диапазоне температур (до 100 °С) и концентраций до 9,9 мг-экв/дм³.

4. Применение поверхностно-активных веществ ОП-7 и ОП-10 уменьшает крупность кристаллов кар-

боната кальция при значительных дозах реагентов, соответственно, 30 и 40 мг-экв/дм³.

Литература

1. Gauchi, R. Sustainable waste water management – treatment and re-use [Текст] / R. Gauchi // Environmental technology. – 2006. – P. 350.
2. Давидсон, М. И. Накипеобразование внутри труб при постоянной тепловой нагрузке [Текст] / Теплоэнергетика. – 2007. – № 5. – С. 64-67.
3. Todd, J. The design of living technologies for waste treatment [Текст] / J. Todd, B. Josephson // Ecological engineering. – 1966. – № 6. – P. 106-136.
4. MacAdam, J. The Effect of metal Ions on Calcium Carbonate Precipitation and Scale Formation [Текст] / Jitka MacAdam, Simon A. Parsons. Sustainability in Energy and Buildings. – 2009. – P. 137-146.
5. Prasad, Y. Dugguriala. Formation of calcium carbonate scale and control strategies in continuous digesters [Текст] / Pulp and Paper research. Nalco Company. – 2002.
6. Anderko, A. Simulation of FeCO₃/FeS scale formation using thermodynamic and electrochemical models. [Текст] OLI Systems Inc. / NACE International. – 1999. – P. 19.
7. Brinis, H. A method for inhibiting scale formation and corrosion in a cooling water system [Текст] / Hassene Brinis, Mohamed El Hadi Samar. Desalination and water treatment. – 2013. – № 6.
8. Vysotsky, S. P. Calcium carbonate formation in the water treatment systems and on the heading surfaces [Текст] / S. P. Vysotsky, A. V. Fatkulina // Проблемы экологии. – 2013. – № 1. – P. 3-13.
9. Высоцкий, С. П. Предотвращение накипеобразования и снижение сброса засоленных стоков в системах теплофикации [Текст] / С. П. Высоцкий, А. В. Варивода // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – № 5/6 (65). – С. 4-7.
10. Hajibi, S. H. Calcium carbonate Scale Formation During Subcooling Flow Boiling [Текст] / S. H. Hajibi, M. Jamialahmadi and H. Muller-Steinhagen. Journal of Heat Transfer. – 2007. – P. 767-775.

В даній статті розглянуто вплив добавок спиртової фракції та її суміші зі сивушною олією – відходами хімічних виробництв, на експлуатаційні властивості дизельних палив, для встановлення можливості використання вказаних відходів, в якості паливної суміші. Метою даного дослідження є запропонувати нове джерело цетанових добавок для моторних палив; розглянути нові можливі напрямки утилізації спиртовмісних відходів

Ключові слова: відходи, дизпаливо, спиртова фракція, сивушна олія, цетановий індекс

В данной статье рассмотрено влияние добавок спиртовой фракции и ее смеси с сивушным маслом – отходами химических производств, на эксплуатационные свойства дизельных топлив, для определения возможности использования указанных отходов, как топливную смесь. Целью данного исследования является предложить новый источник цетановых добавок для моторных топлив; рассмотреть новые возможные направления утилизации спиртосодержащих отходов

Ключевые слова: отходы, дизтопливо, спиртовая фракция, сивушная масло, цетановый индекс

УДК 541.145.4

ВИКОРИСТАННЯ СПИРТОВИХ ВІДХОДІВ ПРОЦЕСУ ОКИСНЕННЯ ЦИКЛОГЕКСАНУ

М. І. Кожушко

Аспірант*

E-mail:kozhusko91@bk.ru

А. М. Лудин

Кандидат технічних наук, доцент*

E-mail:lam@polynet.lviv.ua

В. В. Реутський

Доктор технічних наук, доцент*

E-mail:reutsky@polynet.lviv.ua

*Кафедра теорії органічних продуктів

Національний університет

«Львівська політехніка»

м. Львів, вул. С.Бандери, 12, Україна, 79013

1. Вступ

Сьогодні актуальним є підвищення якості дизельних палив за стандартами Європейського економічного союзу (ЕН 590: 2004). У процесах окиснення циклогек-

сану одержують широкий спектр побічних продуктів, серед яких важливе місце займає спиртова фракція (СФ). Більша їх частина сьогодні не має практичного застосування, тому постає проблема використання цих відходів у різних напрямках. Одним із напрямів

використання суміші спиртів може бути застосування їх з метою підвищення якості дизельних палива та зменшення використання нафтопродуктів необхідних для одержання дизпалива [1 – 3].

2. Аналіз останніх досліджень і публікацій

Відомо [4 – 9], що одним з напрямків утилізації спиртових відходів може бути додавання їх до палив карбюраторних двигунів. Було досліджено, що додавання спиртових відходів до бензинів, дизпалив полегшує їх фракційний склад, що покращує роботу двигуна на різних режимах; при цьому температура початку кипіння підвищується, що попереджує передчасну випаровуваність палива в системі двигуна. Також покращується характер горіння палив, підвищується їх детонаційна стійкість, покращуються їхні експлуатаційні властивості.

3. Задачі роботи

На даний момент важливою проблемою є використання відходів ряду хімічних виробництв та їх утилізація. В даній роботі поставлено проблема з використання спиртової фракції - відходу процесу окиснення циклогексану та сивушної олії - відходу спиртового виробництва.

Як вказано у попередньому розділі можливим є використання спиртових відходів як добавок до дизпалива. Тому метою даної роботи є дослідження методу використання спиртової фракції як добавок до дизпалива і визначення їх оптимального вмісту у ньому.

4. Визначення експлуатаційних показників дизпалива

Для експериментальних досліджень брали прямомонну фракцію дизпалива після атмосферної перегонки, спиртову фракцію - відхід процесу окиснення циклогексану (виробництва адипінової кислоти ПАТ «РівнеАзот») та сивушну олію – відхід спиртового виробництва. Щоб детально вивчити питання використання спиртових відходів дослідження було проведено у два етапи. На першому етапі проаналізували вплив спиртової фракції на дизпаливо. Досліджувані суміші готували в таких пропорціях:

1. дизпаливо (95 %) + сф (5 %),
2. дизпаливо (92 %) + сф (8 %),
3. дизпаливо (90 %) + сф (10 %),
4. дизпаливо (88 %) + сф (12 %),
5. дизпаливо (85 %) + сф (15 %),
6. дизпаливо (100 %)+сф (0 %)

Другий етап досліджень полягає у використанні суміші спиртової фракції і сивушної олії для визначення можливості їх сумісного використання. Досліджувані зразки готували в таких співвідношеннях:

1. дп (100 %) + сф(0 %) + со(0 %),
2. дп (95 %) + сф (2 %) + со (3 %),
3. дп (92 %) + сф (3 %) + со (5 %),
4. дп (90 %) + сф (4 %) + со (6 %),
5. дп (88 %) + сф (5 %) + со (7 %),
6. дп (85 %) + сф (7 %) + со (8 %).

Для утворених сумішей визначали густину ρ^{15} пікнометричним методом, кінематичну в'язкість ν каплярним віскозиметром. Після цього проводили перегонку дизпалива і приготовлених сумішей, під час якого визначали їхній фракційний склад, а саме: температуру початку кипіння, температуру википання 10 %, 50 % точок. Аналізували одержані фракційні склади та визначали цетанові індекси для аналізованих зразків [10, 11].

Для дизельних палив основними параметрами, що характеризують період затримки займання від стиснення паливо-повітряної суміші, є цетанове число та цетановий індекс (ЦІ) - показники, що використовуються в європейських стандартах.

Визначали ЦІ згідно з ГОСТ 27768-88 (СТ СЕВ 5871-87) методом, що полягає у визначенні густини дизельного палива при 15°C та середньої температури кипіння 50 % (за обсягом) його кількості. Цетановий індекс розраховували за формулою:

$$ЦІ=474,74-1641,416*\rho+774,74*\rho^2-0,554*t+97.803*(lg)^2 \quad (1)$$

де ρ - густина дизпалива при 15 ° С, г/см³; t - температура кипіння 50 % (за обсягом) аналізованої суміші, °С

Аналогічно визначаємо ЦІ для наступних зразків паливних сумішей для на двох етапах.

Результати експериментальних даних та розрахунків для чистого дизпалива та його сумішей з добавками СФ та СО + СФ наведено в табл. 1 і табл. 2

Таблиця 1

Результати досліджень для дизпалива та його сумішей з спиртовою фракцією

Розведення, %	ν 20, сСт	ρ 20 °С,	ρ 15 °С,	T _{пк} , °С	T 10, °С	T 50%, °С	ЦІ
Дизпаливо	4,05	835,750	835,754	104	208	278	42,53
5 %СФ	4,01	833,470	833,474	100	202	273	44,014
8 %СФ	3,74	833,310	833,314	96	170	273	44,122
10 %СФ	3,72	832,950	832,954	94	152	272	44,247
12 %СФ	3,68	825,500	825,504	94	150	271	46,492
15 %СФ	3,91	831,400	831,404	95	150	262	42,407

Таблиця 2

Результати досліджень для дизпалива та його сумішей з спиртовою фракцією і сивушною олією

Розведення, %	ν 20 °С, сСт	ρ 20 °С, кг/м ³	ρ 15 °С, кг/м ³	T _{пк} , °С	T 10%, °С	T 50 %, °С	ЦІ
Дизпаливо	4,05	833,520	835,524	104	208	278	42,53
3%СО+2%СФ	3,84	807,420	807,424	96	165	275	43,75
5%СО+3%СФ	3,45	804,651	802,655	93	148	270	45,59
6%СО+4%СФ	3,42	802,423	802,728	92	151	271	46,84
7%СО+5%СФ	3,39	801,650	801,655	94	172	272	47,26
8%СО+7%СФ	3,39	801,440	801,445	95	183	281	46,87

Згідно з даними табл. 1, 2 будували графіки залежності ЦІ, кінематичної в'язкості, температури початку кипіння та википання 10 % і 50 % точок від концентрації добавок у дизпаливі. Для оцінювання

експлуатаційних властивостей приготвлених паливних сумішей аналізували їхній фракційний склад.

5. Обробка результатів дослідження

За результатами аналізів можна зробити такі висновки.

На рис. 1 бачимо, що добавка позитивно впливає на показник ЦІ в двох випадках. При додаванні добавки максимальне значення ЦІ знаходиться в межах 10-12 %-вій концентрації їх в суміші. Однак при збільшенні концентрації вище даного значення добавки спостерігається пониження індексу в порівнянні з попереднім значенням, що також має деяку позитивну сторону, тому що підвищується економічність двигуна. Важливим є те, що у випадку додавання суміші СФ+СО ЦІ спадає із значно меншою швидкістю ніж у випадку додавання СФ, що дає можливість розширити концентраційну зону використання добавки.

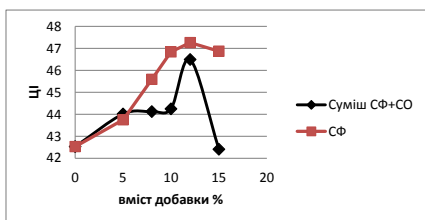


Рис. 1. Залежність ЦІ від концентрації СФ (%) та суміші (СФ + СО) % у дизпаливі

На рис. 2 спостерігається пониження температури початку кипіння зразків дизпалива до 12 %-вої концентрації добавок, що підвищує схильність палива до утворення пароповітряних перешкод в системі живлення двигуна. Однак при подальшому додаванні СФ та її суміші (СФ +СО), відбувається ріст температури, до оптимального значення при концентрації добавок 12 %. При цьому зниження $T_{\text{поч.кип.}}$ для зразків добавок СФ є нижчою порівняно із добавками суміші СФ+СО, що свідчить про кращі характеристики палива.

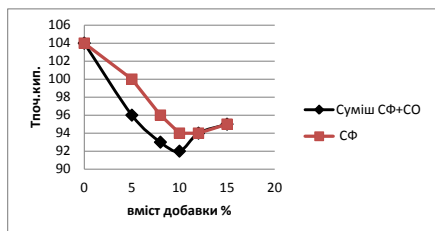


Рис. 2. Залежність початку кипіння $T_{\text{поч.кип.}}$ від концентрації СФ (%) та суміші (СФ + СО) % у дизпаливі

З рис. 3 можна зробити висновок, що добавка суміші СФ+СО знижує температуру википання 10 % фракції, з оптимальним значенням при її вмісті 8 %, тим самим покращуючи якість палива. Чим нижче ця температура, тим більше в паливі легкозаймистих речовин і тим легше, і при більш низькій температурі можна запустити холодний двигун. У випадку ж використання добавки СФ також спостерігається зниження нижче поданого показника, при цьому спад температури

відбувається значно повільніше і продовжується при збільшенні концентрації добавки.

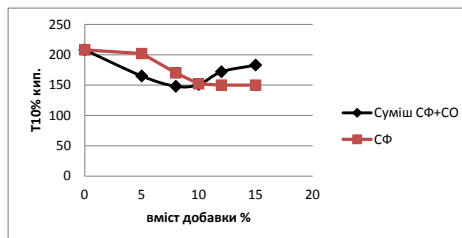


Рис. 3. Залежність $T_{\text{кип. 10%}}$ від концентрації СФ (%) та суміші (СФ + СО) % у дизпаливі

З рис. 4 чітко стає зрозумілим, що додавання суміші (СФ +СО) у паливо сприяє зменшенню температури википання 50 % фракції з мінімумом в межах 8-10 % при подальшому зростанні. З пониженням $t_{50\%}$ прогрів прискорюється, а витрата палива на нього знижується. При зменшенні $t_{50\%}$ також значно поліпшується маневреність двигуна, тобто легкість переходу його з одного режиму на інший, що особливо важливо для автомобільних двигунів в умовах міського режиму руху. Однак при використанні добавки СФ спостерігається пониження температури википання 50 % суміші за відсутності її росту при збільшенні концентрації добавки у зразках, що дає можливість краще регулювати даний показник.

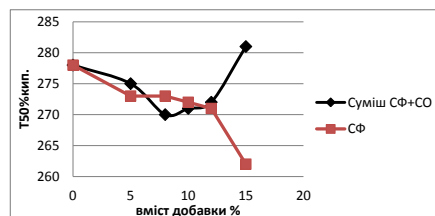


Рис. 4. Залежність $T_{\text{кип. 50%}}$ від концентрації СФ (%) та суміші (СФ + СО) % у дизпаливі

З рис. 5 можна зробити висновок, що додавання суміші (СФ + СО) до дизельного палива понижує його в'язкість, що значно покращує тонкість розпилу палива. Більш в'язке паливо гірше запалюється й згорає, що призводить до більшої його витрати і димності вихлопних газів, а малов'язке паливо в процесі експлуатації збільшує знос деталей паливного насоса. Добавки спиртової фракції суттєво не змінюють густину палива, що не впливає на прокачуваність паливної системи двигуна.

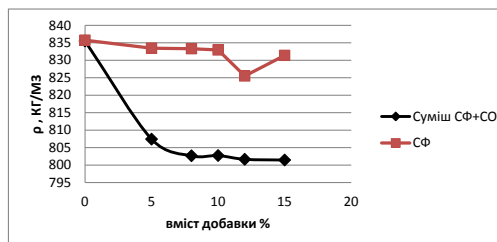


Рис. 5. Залежність в'язкості від концентрації СФ (%) та суміші (СФ + СО) % у дизпаливі

5. Висновки

Додавання спиртової фракції та її суміші із сивушною до дизпалива, хоча і в неоднаковій мірі, полегшує їх фракційний склад, знижує в'язкість, густину, температуру википання 10 % та 50 % точки і підвищує цетановий індекс, що веде до покращення роботи двигуна на різноманітних режимах; при цьому температура початку кипіння знижується, що зменшує схильність палива до утворення пароповітряних пробок в системі живлення двигуна.

Таким чином, спиртові відходи процесу окиснення циклогексану - спиртової фракції та її суміші покра-

щують експлуатаційні властивості дизельних палив. З огляду на результати отримані при розрахунках цетанового індексу та залежностей експлуатаційних показників (в'язкості, фракційного складу), від вмісту спиртових добавок було встановлено, що оптимальним значенням концентрації добавки у паливній суміші є 12% (об.). Саме при цьому значенні вмісту спиртової фракції та її суміші із сивушною олією, дизпаливо характеризується необхідними значеннями цетанового індексу, в'язкості, температур википання сумішей зразків для оптимальної роботи двигуна.

Література

1. Беянин, Б. В. Технический анализ нефтепродуктов и газа [Текст] / Б. В. Беянин, В. Н. Эрих - Л.: «Химия», 1975. - 366 с.
2. Robert, L. McCormickAdvancedPetroleumBased [Text] / L. McCormickRobert, R. M. Parish // MilestoneReport. - 2001. - № 540 (350). - 22 p.
3. Ethanol-DieselBlends [Electronic resource], – http://www.dieselnet.com/tech/fuel_ediesel.php.
4. A. P. Sathiyagnanam, Hexanol-Ethanol DieselBlendson DI-Diesel Engineto Study the Combustionand Emission [Text] / A. P. Sathiyagnanam, C. G. Saravananand, M. Gopalakrishnan // International Association of Engineers.-2010.-№ 155 (117). - 5 p.
5. Лудин, А. М. Вплив спиртових відходівна якість моторних палив [Текст] / А. М. Лудин, В. В. Реутський // Вісник Нац. ун-ту "Львівська політехніка". Хімія, технологія речовин і їх застосування. - 2007.–Т. 590. – С. 195-199.
6. Іващук, О. С. Вплив спиртів C2 - C5 на детонаційнівластивості моторних палив [Текст] / О. С. Іващук, А. М. Лудин, В. В. Реутський // Мат-ли 5-г наук.-техн. конф. «Поступ в нафтогазопереробці та нафтохімічнійпромисловості. - Львів, червень 9-12. - 2009. – С. 122-123.
7. Іващук, О. С. Використання відходів виробництва гідролізного спирту [Текст] / О. С. Іващук, А. М. Лудин, В. В. Реутський // Науковий вісник: збірник науково-технічних праць.-НЛТУУ. – 2006. - Вип. Т. 16(3). – С. 105-106.
8. E. R. Fanick Fuel and Fuel for Additive Registration Testing Ethsnol-Diesel Blend for O₂ Diesel [Text] / E. R. Fanick //Southwest Research Institute San Antonio. - 2002. - №-10(1). - 25 p.
9. R. L. Cole Effect of Ethanol Fuel Additive on Diesel Emissions [Text] / R. B. Poola, R. Sekar, J. E. Schaus, P. McPartlin // Center for Transportation Research, Energy Systems Division, Argonne National Laboratory Chicago, Illinois.-2000. - № 20(11). - 30 p.
10. Diesel Engine Efficiency and Emissions Improvement via Piston Temperature Control [Electronic resource], - http://cfpub.epa.gov/ncer_abstracts/index.cfm/fuseaction/display.abstractDetail/abstract/10012/report/0.