

УДК 622.684

В.С. ГІРІН, д-р техн. наук, проф., І.В. ГІРІН, ст. викладач
Криворізький національний університет

ПРО ПЕРСПЕКТИВИ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТИХ ВИДІВ АВТОМОБІЛЬНОГО ПАЛЬНОГО В УКРАЇНІ

У всьому світі автомобільний транспорт розвивається швидкими темпами, і як наслідок, забруднюється довкілля, особливо у розвинених регіонах та прилеглих територіях. Дана обставина потребує необхідності проведення аналізу рівня небезпеки продуктами, які виділяються при роботі двигунів внутрішнього згорання при їх використанні.

Основним джерелом продуктів забруднення є автомобільні пального, яких в останні роки з'явилося у великій їх різноманітності, у тому числі бензини різних марок, дизельні пального, що отримуються з різної початкової сировини і їх сумішей в різноманітних поєднаннях. З'явилося багато альтернативних видів пального, таких як газоподібні вуглеводні, різні спирти, ефіри, водень, біоетаноли, радіоактивні речовини і ін. Важливою обставиною є при цьому показники економічного характеру. Про питання доцільності й перспективи використання альтернативних видів автомобільних палив в Україні думки багатьох фахівців розходяться. Фахівці правління Біоенергетичної асоціації України відносять критично до виробництва біоетанолу і біодизеля в нашій країні через те, що значна частина нашого автотранспорту не пристосована за технічними характеристиками до використання сумішевих моторних палив, при цьому не виконуються норми Енергетичного співтовариства по вихлопу парникових газів, а також вищій вартості одиниці енергії. В УкрНДІ "Автотранспроєкт" провели дослідження про дію етанолу на різні матеріали і встановили, що при змісті 7 % етанолу в біопаливі не робить негативного впливу на процеси згорання, а при змісті більше 10% картина протилежна і вимагається адаптація до нього паливних систем.

У представлений роботі проведено аналіз досвіду Європи, де біопального застосовуються вже багато років, а також повідомлень Національного інституту стандартів і технологій США Київський інститут споживчих експертиз встановив, що при використанні сумішей бензину з етанолом потужність двигуна може підвищуватися, але з одночасною витратою пального. Фахівці ж компанії "Техсервіс" стверджують, що змін при експлуатації двигунів внутрішнього згорання не встановлено, а негативні наслідки пов'язані з неякісним продуктом. Що стосується думки інших вітчизняних фахівців, то вони стверджують, що при вмісті в бензині 40% етилового спирту кількість шкідливих речовин порівняно зі звичайним бензином потужність двигуна підвищується на 3-4%, а витрата пального при цьому на 8 %. У результаті наведеного вище виникла необхідність провести огляд і аналіз опублікованих робіт в цьому напрямі.

Ключові слова: дизельні палива, бензини, довкілля, біопальне, етанол.

Проблема та її зв'язок з науковими задачами. У теперішній час багато уваги приділяється виробництву та використанню нових видів автомобільного пального, при згоранні яких виділяються не менш токсичні відпрацьовані гази, а з іншого боку - бажання замінити природні вуглеводні, запаси яких під сумнівом, на пального, які одержують з інших джерел.

Аналіз досліджень і публікацій. Виконано аналіз опублікованих у відкритому друку результатів досліджень багатьох спеціалістів по впровадженню нових технологій одержання палив для двигунів внутрішнього згорання.

Постановка задачі. Завданням даних досліджень є аналіз з проблем та перспектив виробництва і використання сучасних альтернативних автомобільних палив в Україні. Фахівці правління Біоенергетичної асоціації України відносять критично до виробництва біоетанолу і біодизеля в нашій країні.

По-перше, вартість одиниці енергії в біопальному вище такої а бензині/дизелі, субсидувати кінцевого споживача ніхто не буде. У цьому випадку усі будуть купувати звичайний бензин. В ЄС це питання вирішення шляхом введення високого акцизу на нафтопродукти і встановленням його на нульовий рівень для біопального.

По-друге, рідке біопальне з енергетичного погляду значно програє спалюваній у котлах біомасі (солома, соняшникова лузга, стебло кукурудзи, дрова деревинні відходи, пакети та брикети).

По-третьє, згідно директиві 2009/28ЄС, використання біопального повинно забезпечити скорочення викидів парникових газів до 01.01.2017 р. як мінімум на 35 %, з 01.01.2017 р. на 50 % та 01.01.2018 р. - на 60 %. Між тим цей показник не перевищує 50 і виробництво біопального, скоріше всього, буде призупинено вже з 01.01.2017 р. або з 01.01.2018 р. До речі, ця директива з 1 січня поточного року є обов'язковою для України при вступі до Енергетичного співтовариства.

По-четверте, значна частина нашого автотранспорту не пристосована за технічними характеристиками до використання сумішевих моторних палив (особливо при долі спирту більш 50 %).

По-п'яте, недавно ВР прийняла закон про зміни у Податковому кодексі, згідно якого передбачено акцизний податок на альтернативні види моторного пального у розмірі 99 € на 1 т, раніше його не було.

Такий захід навряд буде сприяти розвитку виробництва біопального. І це далеко не усі ризики, пов'язані з бензином, змішаним зі спиртом.

У той же час з'явилися матеріали у друку та наукових джерелах про способи заміни родовищних вуглеводнем іншими видами сировини.

Викладення матеріалу і результати. Район досліджень відповідає актуальним проблемам використання сучасних альтернативних видів пального в автомобільній промисловості.

За статистикою Україна імпортує біля 70 % бензину та 80 % дизпального, при цьому 60 % нафтопродуктів здійснюється з Росії, тому постає питання забезпечення енергозалежності і національної безпеки.

На сьогодні це питання може бути вирішено за рахунок використання електротранспортера і зокрема, автомобілів, та при цьому необхідно враховувати деякі особливості цього виду ринку.

У середньому електромобіль на 30-50 % дорожче аналогічного з двигуном внутрішнього згорання (ДВЗ).

За конструктивними параметрами електромобіль простіш аналогічного з ДВЗ, вузли його менше зношуються, не потребує частого обслуговування з заміною масла, фільтрів та інших операцій, а застосування безщіткових двигунів не потребує ремонту на протязі всього існування автомобіля.

Переваги нівелюються відсутністю дешевих акумуляторів і проблем, пов'язаних з їх заряджанням. Самі дешеві моделі електромобілів, які претендують на роль народних, можуть мати пробіг без зарядки 60-80 км і практично можуть забезпечити пробіг до 1 млн км і витримують 5-7 тис. зарядних циклів, та вони потребують для цього потужні трансформаторні підстанції і їх мере по усій країні або області.

Вартість комплексу таких акумуляторів складає приблизно 30-35 тис. дол, а електрокар у збірці не менш ніж 50 тис. дол.

Нещодавно національний інститут стандартів і технологій США повідомив, що в зв'язку з тим, що численні автозаправочні станції розроблялися і будувалися задовго до появи біопального, тепер на сотнях тисяч АЗС виникла загроза корозії металу і витоку пального.

Існує теоретична небезпека біопального, оскільки вітчизняні автозаправочні станції конструювалися виключно під звичайний бензин.

На думку експертів асоціації "Об'єднані оператори ринку нафтопродуктів України", головна проблема з біопальним в тому, що його "бодяжать". Що стосується дослідження американського інституту, то його важко коментувати, оскільки невідомо, як воно проводилось. До того ж ніщо не заважає на автозаправках встановити не схильні корозії конструкції і звести ризик протікання до нуля.

Про дію еталону на різні матеріали провели в УкрНДІ "Автотранспроєкт". Перевірці піддалися два види біопального: із вмістом до 7 % етанолу і вище цього значення.

З'ясувалося, що в першому випадку бензин не чинить негативного впливу на процеси згорання і не погіршує експлуатаційних характеристик автомобіля. У другому - ситуація діаметрально протилежна. Якщо бензин містить більше 10 % етанолу, вимагається адаптувати до нього паливні системи.

Пов'язано це з тим, що теплота згорання еталону практично в два рази нижче, ніж у бензині і необхідно, щоб в двигун для підтримки відповідної температури згорання поступало більше такої суміші, а значить, більше повітря.

У цьому випадку потрібне дороге переобладнання паливної системи. Інакше буде понижено потужність, збільшено витрату пального і, як не дивно для екологічного пального, більше викид токсичних речовин з-за неповного згорання паливно-повітряної суміші в циліндрах.

Крім того, треба враховувати, що етанол - корозійне середовище, особливо якщо він зневоднений. Встановлений в машині алюмінієвий бак швидко ржавіє, оскільки етанол

гігроскопічний. Взимку пальне в бензобаку розшаровується і внизу скупчується спирто-водний розчин.

До усього іншого етанол негативно впливає на гумо-технічні вироби (особливо фторопластові). Гумові прокладка і шланги паливної системи швидко виходять з ладу.

Ходові випробування показали, що при застосуванні бензину із вмістом етанолу більше 10 % міжремонтний інтервал набагато скорочується.

Отже стурбованість американців зрозуміла, адже в США біопальне, як правило, містить 15% етанолу. До речі, в Німеччині на вимогу Загального німецького автомобільного клубу бензин марки Е-10 (що "містить 10 % етанолу) на автозаправках реалізовуватися не буде.

Згідно стандартів нашої країни ця цифра складає 5 %. Згідно з законом "Про внесення змін в деякі закони України про виробництво і використання моторного пального із вмістом біокомпонентів" з 2016 р. доля етанолу в бензині повинна складати 7 %.

Тому хвилюватися за вітчизняні АЗС не варто, але тільки у тому випадку, якщо туди буде поступати кондиційне пальне.

Справа в тому, що в США сумішеве пальне має назву "газохол". Наші виробники вводять споживачів в оману, маскуючи його під усіма можливий найменуваннями.

Але найгірше те, що після введення технічного регламенту цілий клас пального із вмістом етанолу вище 5 % був виведений за рамки нормативної документації. На них немає стандартів, відсутні методи їх випробувань, а найголовніше - якість ніким не контролюється, оскільки відсутнє відповідне устаткування.

За статистикою Україна імпортує близько 70 % бензину і 80 % дизпального, при цьому 60 % нафтопродуктів здійснюється з Росії, тому постає питання забезпечення енергозалежності і національної безпеки.

На сьогодні це питання може бути вирішено за рахунок використання електротранспорту і зокрема, автомобілів, але при цьому необхідно враховувати деякі особливості цього виду ринку. В середньому, електромобіль на 30-50 % дорожче аналогічного з двигуном внутрішнього згорання ЛВС.

За конструктивними параметрами електромобіль простіше аналогічного з ДВС, вузли його менше зношуються, не потребується часте технічне обслуговування із зміною масла, фільтрів і інших операцій, а застосування безщіткових двигунів не вимагають ремонту на продовженні усього життя автомобіля.

Ці переваги нівелюються відсутність дешевих акумуляторів і проблем, пов'язаних з їх заряджанням. Найдешевші моделі електромобілів, які претендують на роль народних, можуть мати пробіг без зарядки 60-80 км і практично можуть бути використані в міських умовах, при цьому час заряджання від звичайної мережі складає 8-10 год.

Найкращі літєві акумулятори останнього покоління можуть забезпечити пробіг до 1 млн км і витримують 5-7 тис. зарядних циклів, але при цьому вони потребують для цього потужні трансформаторні підстанції і їх мережу по усій країні або області. Вартість комплексу таких акумуляторів складає приблизно 30-35 тис., електрокар у збірці не менш ніж 50 тис. доларів.

З недоліків слід також відмітити відсутність вторинного ринку таких автомобілів.

В Україні є родовища літєвих руд, зокрема, Полоховське родовище в Кіровоградській області, а виробництво акумуляторів для електромобілів можливо налагодити в корпораціях «Ве-ста» та «Іста» та ці питання необхідно вирішувати на державному рівні, для чого необхідно час.

В останні роки в Германії введено новий екологічно чистий бензин Супер Е-10, до складу якого входить 10 % етанолу. Присутність етилового спирту збільшує кількість води, що конденсується.

Присутність етилового спирту збільшує кількість води, що конденсується з газовмісних продуктів згорання, потрапляє в масло, в результаті чого останнє швидко старіє.

Крім того вода при з'єднанні з сіркою, що знаходиться у бензині, створює сіркову та сірчасту кислоту, які занадто агресивна що приводить до швидкого зношування двигуна.

Автомобілебудівельники поки що недостатньо вивчили вплив Е10 на двигуни та відомі компанії BMW, Даймлер продовжив вивчення цього питання. У той же час в Україні намагаються широко упровадити біопальне Е95, що складається більше як на 30 % з етилового спирту. Післядію поки що не передбачено. Проблема поглиблюється тим, що *вітчизняні* постачаль-

ники мають схильність до розбавлення пального ароматичними вуглеводнями, зокрема, бензолом.

Згідно стандартів вміст бензолу не повинен перевищувати 1 %, а на практиці його 5 % і більше, що робить таке пальне високотоксичним.

Існує міф про те, що швидко будуть створені технології, які вирішать усі екологічні та економічні проблеми, та на жаль поки людство не знайшло ні *одного нового* джерела енергії, який би був зручним, дешевим, як природна нафта.

Фундаментальні *закони природи* обійти неможливо. Згідно закону збереження енергії, вона не з'являється нізвідки та не зникає в нікуди, а лише переходить з одного стану в інший, причому, на перетворення витрачається визначена кількість енергії. У зв'язку з тим зупинимось на деяких видах альтернативних палив.

Метан - запасів вистачить, за ствердженням вчених, не більше ніж на 30 років, причому, з постійним постачанням, оскільки для його транспортування потрібно трубопровід або недешеві термінали для його зріджування.

Водень - для його отримання потрібно більше енергії, ніж виробляє він сам. Його треба розщепляти з води, що занадто дорого. Для закачування його на АЗС необхідно трубопровідна мережа, крім того розріджувати водень довго, дорого та небезпечно. На цьому виді пального зупинимось більш докладно. В енергетичній стратегії України передбачено заміщення 3 % пального з нафти та газу за рахунок біоенергетичних ресурсів.

Біодизель має ряд переваг порівняно зі звичайним. Навіть невелика його кількість означає більш чисту емісію та кращу машинну змазку. Наприклад, 1 % біодизеля покращує змазку на 65 % (краща змазка - менше зношування). Також біодизель згорає на 75 % краще, ніж звичайне пальне. Крім того, пальне з рослинної сировини є одним з елементів боротьби з глобальним потеплінням.

Та все ж головне питання, на яке поки немає чіткої відповіді таке: «Чи можна біопальне сприймати як надійного «зеленого союзника», людину, яка допоможе зупинити викиди газів, провокуючих парниковий ефект, скоротити залежність цивілізації від невідновлюваних джерел енергії одночасно бути впевненим у тому, що біовуглецеве пальне не стане причиною голодної смерті для багатьох людей».

Спеціалісти підраховали, якщо біопальне замінить 20 % споживаних нафтопродуктів, то через декілька років у багатьох країнах не залишиться продуктів харчування. Адже для того, щоб отримати 50 л біопального, необхідно витратити 352 кг кукурудзи. Перспективним заміником кукурудзи є рапс, на основі якого отримують біологічне дизельне пальне, отримане за певної технології. Випробування показали, що найбільш ефективним у використанні є рапсово-етилловий ефір (PME).

Суттєвий недолік PME - його вартість. У Європі вартість PME перевищує таку звичайного дизельного пального на 10-20%. Не дивлячись на це, даний вид пального з кожним роком використовується все більше і значну роль у цьому грає полгітика європейських держав, де виробництво біопального дотується державою. Крім того, в окремих галузях у Європі використання звичайного дизельного пального заборонено.

Щоб зберегти довкілля, рапсове масло, крім використання для виробництва біопального, застосовується в західних країнах при виробництві мастильних матеріалів, особливо для гідравлічних систем. Враховуючи хіміко-фізичні властивості рапсового масла, воно часто використовується для виробництва присадок для мастил, оскільки у розвинених країнах застосування мастильних матеріалів на базі нафтопродуктів у багатьох галузях обмежено, особливо на водному транспорті, сільгосптехніці та на виробництві обладнання у харчовій промисловості.

Країни Європейського союзу взяли зобов'язання збільшувати виробництво та використання біодизельного пального, до 2020 р. планують ним заправлять не менш 20 % транспорту. Україна, у свою чергу, може стати країною, що виробляє та використовує екологічно чисте біологічне пальне (PME).

Спеціалісти підраховали, для того щоб повністю забезпечити свої потреби у пальному в Україні, необхідно засівати рапсом біля 5,5 млн га, що приведе до зменшення посівів цукрового буряку.

У виробництві біодизель коштує дорожче звичайного, тому в розвинених країнах широко застосовуються різні пільги для стимулювання виробництва біопального. В Україні виробницт-

во біопального стане економічно вигідним за високої урожайності рапсу, раціональному використанні усіх продуктів переробки (масло, шрот, гліцерин), а також при законодавчій та частковій фінансовій підтримці держави.

За останні роки у світі почала відбуватись енергетична революція. У найбільш передових країнах вже на законодавчому рівні. Так, у США автовиробники зобов'язані випускати визначений відсоток автомобілів-гібридів, які можуть працювати як на бензині, так і на ектродвигунах і вже почався їх продаж інноваційним концерном Testsmotors. При цьому пропонується три базові моделі з батареєю для двигуна на 60, 85 кВт і форсувати на 85 кВт. На одній заправці автомобіль проїжджає 335-425 км. Швидкість 200 км/год. Заправка батареї на 100 % - 75 хв. Заправка батареї на 80 % - 40 хв. Гарантія на батарею дається на 8 років та на 200 км пробігу. Якщо потрібно швидко зарядку, на станіях зарядки є опція заміни батареї за 90 сек.

На сьогодні у США діють біля 20000 електрозаправок і їхня мережа розширюється у всьому світі, що приведе до відмови нафтових видів пального.

Економісти стверджують, що електрика для автомобілів у 6-8 разів дешевше бензину. Необхідно відмітити, що нідорожче в сучасному автомобілі це двигун та пов'язані з ним механізми.

В електромобілі інший принцип руху, інша механіка і йому не тільки не потрібен бінзин, а й коробка передач, яка таким чином теж відпадає від вартості руху. Мінус податки за псування довкілля вихлопами пального. Зрозуміло, витрати на бензин та сильно зменшені витрати на поточний ремонт, бо в електромобілі куди менше деталей, які схильні до поломки.

На перший погляд електромобілі екологічніше й економічніше ніж на бензині та дизпальному, енергія, насамкінець, повинна бути десь вироблена, наприклад, на атомній станції.

Крім того, для електромобілів потребуються надійні акумуляторні батареї, вартість яких на сьогодні складає 30-35 тис. дол.

В Україні маються родовища літєвих руд, видобута сировина може бути використана для найякісніших батарей, однак, організація видобутку, зокрема на Полоховському родовищі в Кіровоградській області та переробки зазначених руд потребує значних капіталовкладень.

У зв'язку з пророцтвом виснаження запасів нафти та економічними проблемами в останній час у багатьох країнах почали займатися пошуками альтернативних видів пального для двигунів внутрішнього згорання.

Цікаві відомості з виробництва нового пального приводить В. Кайдаш у статті «Альтернативи бензину».

Зі всіх розробок поки що найбільш вдалим є біопальне на основі етанолу. Його отримують під час первинної переробки до подальшого зброджування дешевих культур, поставлених сільським господарством. У більшості випадків ними стають цукровий тростник та кукурудза. Однак, непогані результати дають також ячмінь, картопля та буряк цукрових сортів. Одним словом все, де є багато цукру або крохмалю - речовин, що допомагають активному бродінню.

Рослинні речовини за участю ферментів переходять в цукор, а він дріжджами зброджується в брагу. Далі йде перегонка, дистиляція, ректифікація, зневоднення і на виході маємо чистий етанол. У такому вигляді від додається в бензин. Стандартна присадка складає 10 % від загального об'єму. При цьому витрата пального зменшується, довкілля страждає найменше. А головне - не потрібно переобладнувати всю паливну систему, як це потребується при від'ємному співвідношенні (90 % спирту, 10 - бензину).

Біодизель також у своїй основі має сільгоспрослини та на цей раз маслянисті. Самі дешеві (а так і найбільш вигідні) є рапс, соняшник та соя. Виробництво біодизеля потребує значних вкладень, оскільки з врожаю недостатньо тільки віджати масло. Воно підлягає подальшій етерифікації метанолом при чітко витриманій температурі 60° за Цельсієм та при визначеному постійному тиску.

Це потрібно для зниження вихідної в'язкості отримуваних масел. Ще один недолік - короткий термін зброження. Якщо біодизель не використовувати на протязі трьох місяців, він розпадається і стає непридатним до використання.

Крім того, при його використанні потужність мотору декілька знижується, він агресивно впливає на гумові елементи, а при низьких зовнішніх температурах спостерігається відкладання воску.

Застосування біодизеля аналогічно використанню біоетанолу: він у визначених пропорціях додається у солярку. Вигідною його сторою є відсутність необхідності перероблення паливної системи.

Усі зазначені альтернативи нафтопродуктам негативні тим, що у чистому виді не можуть бути залиті до баку. Той же етиловий спирт, як відомо, є розчинником, до того ж має окислювальні властивості. Куди привабливіше біобутанол. Його можна вигнати як з буряка, тростника, так і з тирси з трісками, тобто з відходів деревообробних підприємств.

Енергетична цінність його майже вдвоє вище, ніж у бензину. Роз'їдаючими властивостями біобутанол не володіє і може використовуватись у чистому вигляді без всілякого переобладнання авто. Крім того, від без напруги змішується зі звичайним бензином, так що можна використовувати обидва види пального.

Альтернативою пальному з нафтопродуктів вважається природний газ, його запаси також нескінченні. Крім того, ціна на метан постійно зростає, тому його можливо замінити біометаном.

Його можна отримати при пресуванні усілякого виду біологічних відходів - рослинних залишків, соломи, деревинної тирси та стружки. На виході отримується біогаз, що являє собою суміш метану та діоксиду вуглецю.

Сучасні види біопального потребують для свого виготовлення вирощування вихідного продукту. Цей процес потребує трудових і фінансових витрат, а також займання сільськогосподарських угідь.

Технологи пивоварної Австралійської компанії DB Export почали розробляти прибуткову систему утилізації відходів Brewtroleum. Етанол, отриманий з осадів пивного суслу, ретельно вивчається і Brewtroleum визнано абсолютно придатним для автомобільного використання.

Важко сказати, чи стане пальне на основі пива довгостроковим бізнес-проектом і чи одержить він достатнє фінансування та в глобальному масштабі це біопальне кризі не запобіжник.

Багатьма дослідниками, найбільш перспективними як джерело сировини для пального, є водорослі. Вони не претендують на земельні ресурси, не потребують особливого догляду, відтворюються з величезною швидкістю, а за обсягом одержуваного після переробки пального лідирують з величезним відривом від інших вихідних матеріалів.

Проте і тут є серйозні проблеми. Водорослі потребують теплого клімату без падіння ночної температури. Спеціалісти пропонують споруджувати біореактори поруч з теплоелектростанціями, та дані напрями отримання такого пального ще недостатньо вивчено.

Висновки та напрями подальших досліджень. Питання виробництва та використання нових біологічних видів автомобільного пального недостатньо вивчено і потребує подальших досліджень.

Використання присадок та добавок до існуючих бензинів можуть покращити їх якість, одночасно дозволяє виробникам пального та дилерам з метою зниження витрат випускати продукцію зі значним відхиленням від стандартів та технічних умов.

Щоб запобігти цих явищ, необхідно розвивати мережу спеціалізованих лабораторій з перевірки якості пального для двигунів внутрішнього згорання.

Нові види альтернативного пального не отримують широкого застосування, оскільки є в наявності нафтопродукти і у виробників нема бажання розвивати цей напрямок з-за інерції мислення і сприйняття, а також необхідності вкладення коштів на розвиток майбутнього.

Список літератури

1. **Гірін В.С., Гірін І.В., Лучко М.І.** Проблеми та перспективи забезпечення раціональним паливом сучасних автомобілів в Україні // Вісник Криворізького національного університету, 2013. - Кривий Ріг: КНУ. - С. 111-124.
2. **В.С. Гірін, С.О. Жуков, І.В. Гірін** / О целесообразности использования современных альтернативных видов автомобильных топлив в Украине // Вісник Криворізького національного університету, 2014. - Кривий Ріг: КНУ. - С. 106-110.
3. **Гирин В.С., Лучко М.И., Жуков С.А.** Анализ использования биотоплива для автомобилей и разработка нового способа получения чистых топливных смесей. / Вісник Східно-українського університету ім. Вол. Даля, 2008. - Луганськ. - № 7(125). - С. 150-156.
4. **Гирин В.С., Лучко М.И.** Системы и методы контроля снижения расхода топлива транспортных средств и спецтехники / Вісник Криворізького національного університету, 2007. - Кривий Ріг: КНУ. - С. 202-205.

5. **Гирин В.С., Лучко М.И.** Определение энергоресурсов на основе методики сопоставления маршрутов дорожной сети при обслуживании карьера технологическим транспортом / Разраб. рудн. месторожд., 2006. - Кривой Рог, КТУ. вып. 1 (90). - С. 256-259.
6. **Бовсуновский В.** Горючий выбор. - Сегодня, 17.07.2012.
7. **Сенчихин В.** Новый бензин любой двигатель погубит, 2000. - 20.04.2012.
8. **Гирин В.С., Жуков С.А., Гирин И.В., Лучко М.И.** Отечественные перспективы использования современных альтернативных видов автомобильных видов топлив. Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції «Шляхи вирішення проблем експлуатації спеціалізованих автотранспортних засобів». - Кривий Ріг, КНУ, 2014. - С. 83-85.
9. **Гусак Л., Богодинов И.** Перспективы производства биотоплива. 2000. - 3.03.2006.
10. **Чечелюк П.** «Зеленая солярка» Украины: проблемы и реалии, 2000. 27.04.2007.
11. **Гирин В.С., Гирин И.В., Потапенко В.В., Тупотенко В.В.** Перспективы применения спектрального анализа для диагностирования технического состояния горнотранспортного оборудования. Вісник Криворізького національного університету, 2012. - Кривий Ріг: КНУ. - С. 135-139.
12. **Дубровін В., Корчемний М. та ін.** Біопального // Технології, машини та обладнання. - Київ. - 256 с. 12.
- Вірówka М.Л.** Фізико-хімічні властивості альтернативного пального на основі реальних олій // Механізація та електрифікація сільського господарства, 2002. - вип. 86. - С. 290-294.
13. **Вірówka М.Л.** Фізико-хімічні властивості альтернативного пального на основі рослинних олій // Механізація та електрифікація сільського господарства, 2002. - Вип. 86. - С. 290-294.
14. **Сенчихин В.** Бензин и ток в одной упряжке, 2000. - 28.09.2007.
15. Автомобиль, работающий на теории, будет требовать заправки всего один раз в сто лет. Источник: Carth. - echronicles.ru.
16. **Гирин В.С., Жуков С.А., Гирин И.В., Лучко М.И.** Отечественные перспективы использования современных альтернативных видов автомобильных видов топлив. Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції «Шляхи вирішення проблем експлуатації спеціалізованих автотранспортних засобів». - Кривий Ріг, КНУ, 2014. - С. 83-85.

Рукопис подано до редакції 14.03.16

УДК 550.83: 658.562.07

А.А. АЗАРЯН, д-р техн. наук, проф., А.Н. ГРИЦЕНКО, младший научный сотрудник
Криворожский национальный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗА СОДЕРЖАНИЯ ОБЩЕГО ЖЕЛЕЗА В РУДЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ

Рассмотрены факторы, показывающие на точность определения полезного компонента при экспресс методе. Описано из каких слагаемых состоит погрешность изменения, и приводятся влияющих факторов и теоретические обоснование этих величин. Описаны результаты лабораторных исследований по определению аппаратурной погрешности, а также влияние точности калибровочных коэффициентов для пересчета измеренной величины интегрального потока гамма-излучения в содержание полезного компонента. Определено оптимальное количество измерений для экспресс-анализа проб, при котором обеспечивается необходимая точность измерения для технологического процесса добычи и подготовки руд.

Украина входит в число первой десятки стран мира по производству железорудного сырья. На ее территории располагается 6 % мировых запасов железной руды.

Сейчас предприятия отрасли выпускают весь спектр железорудного сырья: кусковую и мелкую, железорудный концентрат, окатыши и агломерат.

Украина входит в число первой десятки стран мира по производству железорудного сырья. На ее территории располагается 6 % мировых запасов железной руды.

Целью данной работы является исследования и классификация погрешностей рудничных радиометров, а также выбор наиболее точного метода оперативного контроля качества железорудного сырья.

Как известно, при определении содержания полезного компонента гамма-гамма методом, основная суммарная погрешность состоит из аппаратурной, неравномерностью вещественного состава в пробе, геометрии измерения и гранулометрического состава проб.

Аппаратурная погрешность измерений состоит из погрешности обусловленной вероятностным характером распада используемого радионуклида, временной погрешности, связанной с нестабильностью во времени параметров работы регистрирующего излучение тракта, а также погрешностей аппроксимации.

В настоящее время предприятия отрасли выпускают весь спектр железорудного сырья: кусковую и мелкую, железорудный концентрат, окатыши и агломерат. Производственные мощности, которыми они располагают, позволяют не только обеспечить сырьем отечественные металлургические заводы, но и экспортировать значительную часть продукции [1].

Целью данной работы является исследование и классификация погрешностей рудничных радиометров, а также выбор наиболее точного метода оперативного контроля качества железорудного сырья.

Ключевые слова: минеральное сырье, радионуклиды, качество минерального сырья, рудничный радиометр.