

УДК 678.031 (043.2)

В.В. Ткачук, канд. техн. наук

Луцький національний технічний університет, м. Луцьк, Україна

БЕЗПЕЧНІСТЬ БІОДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА**В.В. Ткачук**, канд. техн. наук

Луцкий национальный технический университет, г. Луцк, Украина

БЕЗОПАСНОСТЬ БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА**Valentyna Tkachuk**, PhD in Technical Sciences

Lutsk National Technical University, Lutsk, Ukraine

SAFETY OF BIODIESEL FUEL

Висвітлено необхідність виробництва та споживання біодизельних палив за умов загрозованої сучасної екологічної ситуації навколишнього середовища та вичерпності нафти у світі. Основною перевагою біодизельних палив є їх екологічна чистота та безпечність виробництва та споживання. Найпоширенішими біодизельними паливами на сьогодні є палива на основі ріпакової олії, метилового та етилового спиртів. Розроблено нове біодизельне паливо на основі ріпакової олії та ізопропілового спирту. Таке паливо є безпечнішим за відповідні аналоги.

Ключові слова: безпечність, якість, біодизельне паливо, експлуатаційні властивості, токсиколого-гігієнічні властивості.

Освещено необходимость производства и потребления биодизельных топлив в условиях угрожающей современной экологической ситуации окружающей среды и истощаемости нефти в мире. Основным преимуществом биодизельных топлив является их экологическая чистота и безопасность производства и потребления. Наиболее распространенными биодизельными топливами сегодня являются топлива на основе рапсового масла, метилового и этилового спиртов. Разработано новое биодизельное топливо на основе рапсового масла и изопропилового спирта. Данное топливо является безопаснее, чем соответствующие аналоги.

Ключевые слова: безопасность, качество, биодизельное топливо, эксплуатационные свойства, токсиколого-гигиенические свойства.

The article highlights the need for the production and consumption of biodiesel fuels under conditions of modern ecological situation threatening the environment and exhausting oil sviti. Osnoynoyu advantage of biodiesel fuels is their environmental friendliness and safety of production and consumption. The most common biodiesel is currently the fuel from rapeseed oil methyl and ethyl alcohols. We have developed a new biodiesel from rapeseed oil and isopropyl alcohol. This fuel is safer than the corresponding analogues.

Key words: safety, quality, biodiesel, operating properties, toxicological and hygienic properties.

Постановка проблеми. Сучасні галузі промисловості, які використовують палива та мастила, базуються найчастіше на переробці нафти. Проте її ресурси з урахуванням швидкозростаючих темпів споживання є обмеженими. У зв'язку з цим у всьому світі все більше уваги приділяють альтернативним паливам, зокрема біодизельним.

З 1991 року почалося індустріальне виробництво біодизельного палива: якщо в 2000 р. обсяги виробництва становили 949 млн літрів, то в 2003 р. – 1768. Біодизельне паливо виробляється з рослинних олій (в основному, із сої, ріпаку, гірчиці, олійної пальми), тваринних жирів і навіть харчових відходів (наприклад, рослинної олії, відпрацьованої підприємствами харчової промисловості) і за своїми фізико-хімічними властивостями не поступається звичайному дизельному паливу (табл.). В агрокліматичних умовах України найбільш раціональним є використання ріпаку для виробництва такого біопалива.

Таблиця

Фізико-хімічні показники біодизельного палива у порівнянні з мінеральним

Фізико-хімічний показник	Біодизельне паливо	Мінеральне дизельне паливо
1	2	3
Вміст гліцерину, %	0,3	–
Цетанове число, %	48	не нижче 45
Кінематична в'язкість при 20 °С, мм ² /с	8,0	3,83
Густина при 20 °С, кг/м ³	877	826
Температура застигання, °С	-8	-10
Температура спалаху, °С	56	60

Закінчення табл.

1	2	3
Теплотворна здатність, кДж/кг	43000	37000
Коксування, %	0,3	0,5
Зольність, %	0,02	0,02
Вміст механічних домішок	відсутній	відсутній
Вміст води, %	відсутній	відсутній
Масова частка сірки, %	0,02	0,2

За даними Національної біодизельної ради (NATIONAL BIODIESEL BOARD), біодизельне паливо на 5 % більш економічне та на 5 % більш енергоємне, ніж традиційне. Найбільшим виробником біодизельного палива нині є Європа – у 2003 році виробництво цього енергоносія виросло на 43 % у порівнянні з рівнем 2001 року. Біодизельне паливо може використовуватися для заправлення дизельних автомобілів як у чистому вигляді (у США для позначення цього виду палива звичайно використовується назва B 100), так і в розведеному традиційним дизельним паливом (найбільш популярна в США суміш B 20, що складається з 20 % біодизельного палива і 80 % традиційного) [1].

Проте поширене у світі біодизельне паливо виробляється на основі метилового спирту, який є отрутою і становить значну небезпеку у разі використання людиною. Нами запропоновано виробляти біопаливо на основі нешкідливого ізопропілового спирту. Зразки такого палива були отримані на базі лабораторії з дослідної роботи НПК «Галичина», що у м. Дрогобич.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Така проблематика активно розглядається у працях В. Дубровіна, О. Осетрова, О. Лінькова, Б. Бугая та інших. Вони наголошують на гострій необхідності виробництва біопалив, розвитку наукових досліджень у цьому напрямку, розробленні нормативної-технічної бази тощо.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Проте поза увагою залишається те, що до складу традиційного біодизельного палива входить токсичний компонент – метиловий спирт, який можна замінити на інший, нешкідливий для здоров'я людини. Вирішення такого завдання і стало метою написання цієї статті.

Мета статті. Оскільки екологічна ситуація в Україні та у світі вже набуває загрозливих обрисів, потрібно, щоб використовувані палива були якомога чистішими та безпечними у разі використання людиною, адже життя та здоров'я людини є найважливішою цінністю держави.

Виходячи з вищевикладеного та враховуючи необхідність виробництва біодизельного палива в сучасних умовах, цілями цієї публікації є токсиколого-гігієнічні дослідження нового ізопропілестерного біопалива, а, отже, його безпечності. Адже безпечність є найважливішою споживчою властивістю палив, зокрема і біодизельного палива.

Виклад основного матеріалу. Токсикологічні експерименти виконувались на чотирьох видах лабораторних тварин: нелінійних щурах, мишах, морських свинках та кролях, які утримувались в умовах віварію Львівського національного медичного університету на стандартному харчовому раціоні згідно з правилами "належної лабораторної практики" (GLP) з дотриманням загальних етичних принципів експериментів на тваринах, ухвалених Першим національним конгресом з білетики (Київ, 2000 р.). Під час встановлення параметрів токсикометрії біодизельного палива до дослідів залучалася кількість тварин, яка забезпечувала статистично достовірні результати експерименту за допомогою складання ранжируваних рядів за вихідною масою тіла.

Токсиколого-гігієнічне оцінювання біодизельного палива на основі ізопропілових естерів ріпакової олії включало визначення гострої інгаляційної, преоральної та перкутанної токсичності, місцево-подразнювальної й алергенної дії, кумулятивного ефекту.

Оцінювання гострої пероральної та інгаляційної токсичності здійснювали згідно з "Методическими указаниями к постановке исследований для обоснования санитарных вредных веществ в воздухе рабочей зоны".

При дослідженнях місцево-подразнювальної, іритативної та шкірно-резорбтивної дій керувалися методичними вказівками "Оценка воздействия вредных химических соединений на кожные покровы и обоснование предельно допустимых уровней загрязнения кожи" та "Методическими указаниями к постановке исследований по изучению раздражающих свойств и обоснованию предельно допустимых концентраций избирательно действующих раздражающих веществ в воздухе рабочей зоны".

Оцінювання місцево-подразнювальної та резорбтивно-токсичної дії на шкіру проводили на білих щурах. З цією метою хвосту тварин на чотири години занурювали у досліджуваний препарат і реєстрували токсичні ефекти: загибель та клінічні прояви інтоксикації [2].

У разі відсутності ефекту при однократному впливові проводили досліди з десятикратним занурюванням. Ознаки подразнення шкіри (ерітема, набряк, наявність тріщин, виразок, крововиливів) виявляли візуально.

Вивчення алергенних властивостей препаратів проводили при епікутанному шляху нанесення відповідно з методичними вказівками. Як сенсibiliзуюча, використовувалась доза 200 мкг препарату в 0,02 мл розчинника (етиловий спирт), яку вводили в шкіру зовнішньої поверхні вуха морської свинки.

Через 14 діб наносили роздільно здатну дозу, яка перевищувала сенсibiliзуючу в 2 рази. Спостереження проводились через 4, 24, 48 годин. Реакцію враховували за сумою середніх діаметрів ерітеми, інфільтрата або набряку. Імунологічні тести включали реакцію специфічної агломерації лейкоцитів (РСАЛ) і реакцію специфічного лізіса лейкоцитів (РСЛЛ).

Кумулятивну активність оцінювали за величиною коефіцієнта кумуляції (K_{cum}), встановленого в тесті "субхронічної токсичності" за методикою Ліма і співавторів. Препарат вводили білим щурам щоденно через рівні проміжки часу в наростаючих дозах протягом 24 ± 4 доби [3].

Розрахунок коефіцієнта кумуляції проводили за формулою:

$$K_{cum} = \sum DL_{50}^n / DL_{50}^1,$$

де $\sum DL_{50}^n$ – сумарна середньосмертельна доза речовини при багаторазовому введенні;

DL_{50}^1 – середньосмертельна доза речовини при однократному введенні;

K_{cum} – коефіцієнт кумуляції.

Перші чотири доби тварини отримували по 0,1 DL_{50} , 5-8 доба – 0,15 DL , 9-12 доба – 0,22 DL_{50} , 13-16 доба – 0,34 DL_{50} , 17-20 доба – 0,5 DL_{50} , 21-24 доба – 0,75 DL_{50} , найвища доза, яку вводили на 25-28 добу, – 1,12 DL_{50} . Сумарна доза за 28 діб становила 12,8 DL_{50} .

Результатами токсикологічних досліджень нового біодизельного палива на основі ізопропілових естерів ріпакової олії встановлено, що в умовах виробництва біодизельного палива в повітрі робочої зони можливе надходження парів спирту ізопропілового (ГДК 10 мг/м³, 3 клас небезпеки, ГОСТ 12.1.005 – 88) та аерозолу калію гідроксиду (ГДК 0,5 мг/м³, 2 клас небезпеки, ГОСТ 12.1.005 – 88) [4; 5].

В умовах застосування нового біодизельного палива в повітря робочої зони можливе надходження парів спирту ізопропілового, а також можливе забруднення спецодягу, шкіри і потрапляння препарату на слизові оболонки.

Щодо токсичності нового біодизельного палива на основі ізопропілових естерів ріпакової олії, то 2-годинне статичне інгаляційне затруєння білих мишей парами летких

компонентів, які виділялись з препарату за нормальних умов, загибелі тварин не викликало. Через 15 хвилин від початку досліду у тварин розвивалась клінічна картина гострого інгаляційного отруєння, в якій спостерігались симптоми ураження центральної нервової системи та подразнюючої дії. Короткочасне збудження з підвищеною вертикальною активністю змінювалось адинамією з хиткою ходою, тварини залягали на живіт, дихання ставало частим. Стан тварин нормалізувався через 24 години після закінчення експерименту.

Преоральне введення нового біодизельного палива білим щурам і білим мишам у дозах від 6000 мг/кг загибелі тварин не викликало. Після введення спостерігалось зниження рухової активності. Стан тварин нормалізувався впродовж 24 годин після введення (4 клас небезпеки згідно з ГОСТ 12.1.007 – 76).

Одно- та 10-кратне занурювання хвостів білих шурів у нове біодизельне паливо (час експозиції 4 години) загибелі тварин не викликало, однак спостерігались ознаки шкірно-резорбтивної дії: тварини збуджені, хаотично пересуваються по клітці, надмірно споживають воду, інтенсивно труть лапками мордочки.

Під час нанесення на шкіру спостерігались такі місцеві реакції:

- на шкіру: зі сторони шкірних покривів спостерігалася гіперемія (1 бал);
- в око: внесення 1 краплі продукту в кон'юнктивальний мішок ока кролика викликало гіперемію – 1 бал, виділення – 1 бал, набряк – 1 бал.

Коефіцієнт кумуляції за показником "загибель тварин" встановлений у тесті субхронічної токсичності за методикою Ліма та співавторів становить 12,8, що говорить про слабку кумулятивну активність [6].

Таким чином, складні ефіри жирних кислот ріпакової олії мають слабкі подразнюючі властивості. Внаслідок високого коефіцієнта розподілу парів накопичення в організмі до значних концентрацій проходить повільно і проявляється слабким наркотичним ефектом. Небезпека гострих отруєнь незначна. Ізопропіловий спирт приблизно у два рази є токсичнішим за етанол і має сильнішу нейротоксичну дію, оскільки метаболізує набагато повільніше, головним чином до ацетону, і меншою мірою – до ізопропілглюкуронілу [7]. Екскреція ацетону з сечею є інформативним показником впливу парів ізопропілового спирту. Ізопропіловий спирт, як і інші спирти цього ряду, здатні чинити окулотоксичну дію, яка розвивається внаслідок набряку сітківки та наступної атрофії зорового нерву і клінічно проявляється пониженням гостроти зору [8].

Висновки і пропозиції. Отже, на основі проведених токсиколого-гігієнічних досліджень можна зробити висновок, що нове біодизельне паливо на основі ізопропілових естерів ріпакової олії при інгаляційному впливі належить до 3 класу небезпеки, при введенні до шлунку – до 4 класу, при нанесенні на шкіру – до 4 класу [9].

У разі його застосування варто дотримуватися елементарних вимог безпеки, а саме використовувати засоби захисту органів дихання, шкірних покривів (захисний спецодяг) та очей (захисні окуляри).

Провівши токсиколого-гігієнічне оцінювання, встановлено, що нове біодизельне паливо на основі ріпакової олії та ізопропілового спирту відповідає вимогам санітарного законодавства України за показниками безпечності для здоров'я людини.

Отже, таке біопаливо має позитивний висновок та може бути рекомендоване для виробництва та використання людиною.

Список використаних джерел

1. Кустовська А. Д. Альтернативні палива : навчально-методичний посібник / А. Д. Кустовська, С. В. Іванов, О. І. Косенко. – К. : НАУ, 2007. – 268 с.
2. Методические указания к постановке исследований для обоснования санитарных стандартов вредных веществ в воздухе рабочей зоны : утв. МЗ ССР 01.08.1979, № 2163–80. – М., 1980. – 20 с.

3. *Оценка* воздействия вредных химических соединений на кожные покровы и обоснование предельно допустимых уровней загрязнения кожи (методические указания) : утв. МЗ СССР 01.11.1979, № 2102–79. – М., 1980. – 22 с.

4. *Методические указания* к постановке исследований по изучению раздражающих свойств и обоснованию предельно допустимых концентраций избирательно действующих раздражающих веществ в воздухе рабочей зоны : утв. зам. гл. гос. сан. врача СССР 11.08.1980, № 2196 – 80. – М., 1980. – 18 с.

5. *Требования* к постановке экспериментальных исследований по обоснованию предельно допустимых концентраций промышленных химических аллергенов в воздухе рабочей зоны и атмосферы : утв. перв. зам. председателя госсанэпиднадзора России – зам. гл. гос. сан. врача Российской Федерации 21.10.96. – М., 1997. – 24 с.

6. *Lim R. K. Method for evaluation of cumulation and tolerance by determination of acute and subchronic median effective doses* / R. K. Lim, K. G. Rink, H. G. Glass // Arch. int. Pharmacodyn. Therap. – 1961. – Vol. 130. – P. 336–352.

7. *Вредные вещества* в промышленности : справочник : в 2 т. Т. II ; под ред. Н. В. Лазарева, Э. Н. Левиной. – Л., 1976. – С. 143–144.

8. *Вредные вещества* в промышленности : справочник : в 2 т. Т. I ; под ред. Н. В. Лазарева, Э. Н. Левиной. – Л., 1976. – С. 371–372.

9. *Токсиколого-гігієнічний паспорт № 6140 біодизельного палива на основі ізопропілових естерів ріпакової олії* / Науково-дослідний «Центр профілактичної і клінічної токсикології». – Львів. – 2007. – 4 с.