

Валентина ТКАЧУК

ТОКСИКОЛОГО-ГІГІЄНІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ БІОДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА

Сучасні промислові підприємства широко використовують матеріали переробки нафти – різноманітні палива та мастила. Проте її ресурси з урахуванням швидко зростаючих темпів споживання обмежені. У зв'язку з цим в усьому світі все більше уваги приділяють альтернативним видам палива, зокрема біодизельному, індустріальне виробництво якого розпочалося з 1991 р. У 2000 р. його обсяги становили вже 0.95 млрд л, у 2003 р. – 1.77. Біодизельне паливо виробляють із рослинних олій (переважно соєвої, ріпакової, гірчичної, пальмової), тваринних жирів і навіть харчових відходів (рослинної олії, відпрацьованої підприємствами харчової промисловості). За своїми фізико-хімічними властивостями воно не поступається звичайному дизельному паливу (*таблиця*).

Таблиця

© *Валентина Ткачук, 2008*

Фізико-хімічні параметри біодизельного та мінерального палива

Показник	Біодизельне паливо	Мінеральне дизельне паливо
Вміст гліцерину, %	0.3	–
Цетанове число, %	48	Не нижче 45
Кінематична в'язкість при 20°C, 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
Теплотворна здатність, кДж/кг	43 000	37 000
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 % економічніше та енергоємніше, ніж традиційне. На сьогодні його найбільше виготовляють у Європі: в 2003 р. виробництво цього енергоносія зросло на 43 % порівняно з 2001 р. Біодизельне паливо може використовуватися для заправлення дизельних автомобілів як у чистому вигляді (у США – марка *B 100*), так і в розведеному (суміш *B 20* становить 20 % біодизельного палива та 80 – традиційного)¹.

Проблема виробництва біопалива, наукових досліджень у цьому напрямку, розробки нормативної бази тощо активно висвітлюється у працях В. Дубровіна, О. Осетрова, О. Лінькова, Б. Бугая та інших². В агрокліматичних умовах України для виготовлення біопалива найраціональнішим є використання ріпаку. Поширене у світі біодизельне паливо виробляється на основі метилового спирту, який є отрутою і, як наслідок, небезпечний для людини.

Метою досліджень є заміна метилового спирту на інший, нешкідливий для здоров'я людини. Зразки нового біопалива на основі *ізопро-*

¹ Кустовська А.Д., Іванов С.В., Косенко О.І. Альтернативні палива: Навч.-метод. посіб. – К.: НАУ, 2007. – 268 с.

² Дубровін В., Корчемний М., Масло І. Біопалива: технології, машини і обладнання. – К.: ЦТІ "Енергетика і електрифікація", 2004. – 256 с.; Осетров О.О. Поліпшення техніко-економічних показників дизеля 4 ЧН-1214, що працює на біопаливі: Автореф. дис. ... канд. техн. наук / Нац. техн. ун-т "Харківський політехнічний інститут". – Харків, 2005. – 16 с.; Ліньков О.Ю. Вибір та обґрунтування параметрів сумішоутворення та згорання швидкохідного дизеля, який працює на альтернативному паливі: Дис. ... канд. техн. наук.: – Нац. техн. ун-т "Харківський політехнічний інститут". – Харків, 2003. – 176 с.; Пат. 69710 А України, С10L1/18. Спосіб одержання альтернативного палива / Ф.Ф. Гладкій, О.М. Мельник, А.П. Марченко, О.П. Чумақ, А.Ф. Мінак, К.В. Марков, О.О. Попов, О.Ю. Ліньков, О.О. Осетров. – № 20031110522; Заяв. 21.11.2003; Опубл. 15.09.2004. – Бюл. № 9. – 4 с.

пілового спирту отримано в лабораторії НПК "Галичина" (м. Дрогобич, Україна) і запропоновано для використання³.

Проведено токсиколого-гігієнічні дослідження ізопропілестерного біопалива на чотирьох видах лабораторних тварин: нелінійних щурах, мишах, морських свинках і кролях, які утримувалися в умовах віварію Львівського національного медичного університету на стандартному харчовому раціоні, згідно з правилами *GLP* (належної лабораторної практики), із дотриманням загальних етичних принципів експериментів на тваринах, ухвалених І Національним конгресом з білетики (м. Київ, 2000 р.). При встановленні параметрів токсикометрії біодизельного палива до дослідів залучено таку кількість тварин, яка забезпечувала статистично достовірні результати експерименту шляхом складання ранжируваних рядів за вихідною масою тіла.

Токсиколого-гігієнічна оцінка включала визначення гострої інгалаційної, пероральної та перкутованої токсичності, місцево-подразнювальної й алергенної дії, кумулятивного ефекту⁴.

Кумулятивну активність оцінено за величиною коефіцієнта кумуляції, встановленого в тесті "субхронічної токсичності" за методикою Ліма та співавторів за формулою:

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

де K_{cum} – коефіцієнт кумуляції;

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

DL_{50}^1 – середньосмертельна доза речовини при одноразовому введенні.

Перші чотири доби тварини отримували по $0.1 DL_{50}$, 5–8 добу – 0.15 , 9–12 добу – 0.22 , 13–16 добу – 0.34 , 17–20 добу – 0.5 , 21–24 добу – 0.75 . Найвища доза, яку вводили на 25–28 добу, – $1.12 DL_{50}$. Сумарна доза за 28 діб становила $12.8 DL_{50}$.

³ Ткачук В., Фабуляк Ф., Масленнікова Л. Удосконалення фізико-хімічних параметрів біопалива // Товари і ринки. – 2007. – № 1. – С. 118-121.

⁴ Методические указания к постановке исследований для обоснования санитарных стандартов вредных веществ в воздухе рабочей зоны: Утв. МЗ СССР 01.08.1979, № 2163–80. – М., 1980. – 20 с.; 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.; 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.; Требования к постановке экспериментальных исследований по обоснованию предельно допустимых концентраций промышленных химических аллергенов в воздухе рабочей зоны и атмосферы: Утв. зам. пред. Госсанэпиднадзора России – зам. гл. гос. сан. врача РФ 21.10.96. – М., 1997. – 24 с.; Lim R.K., Rink K.G., Glass H.G. Method for evaluation of cumulation and tolerance by determination of acute and subchronics median effective doses // Arch. int. Pharmacodyn. Therap. – 1961. – Vol. 130. – P. 336-352.

За результатами досліджень встановлено, що *під час виробництва* у повітря робочої зони можливе надходження парів спирту ізопропілового (ГДК 10 мг/м³, 3-й клас небезпеки, ГОСТ 12.1.005–88) та аерозолю калію гідроксиду (ГДК 0.5 мг/м³, 2-й клас небезпеки, ГОСТ 12.1.005–88).

При *застосуванні* дослідного палива можливе надходження парів спирту ізопропілового у повітря робочої зони, а також забруднення спеодягу, шкіри та потрапляння препарату на слизові оболонки людини.

Двогодинне статичне інгаляційне затруєння білих мишей парами легких компонентів, які виділялися з препарату за нормальних умов, загибелі тварин не викликало. Через 15 хв від початку дослід у тварин розвивалася клінічна картина гострого інгаляційного отруєння із симптомами ураження центральної нервової системи та подразнювальної дії. Стан тварин нормалізувався через 24 год після закінчення експерименту.

Пероральне введення нового біодизельного палива білим щурам і білим мишам у дозах від 6000 мг/кг загибелі тварин також не викликало. Після нього спостерігалось зниження рухової активності, а стан тварин нормалізувався впродовж 24 год (4-й клас небезпеки згідно з ГОСТ 12.1.007–76).

Нанесення біопалива на шкіру тварин викликало гіперемію – 1 бал; краплі в око – виділення, гіперемію, набряк – по 1 балу.

Коефіцієнт кумуляції за показником "загибель тварин" в тесті "субхронічної токсичності" встановлено 12.8, що свідчить про слабку кумулятивну активність.

Отже, складні ефіри жирних кислот ріпакової олії володіють слабкими подразнювальними властивостями. Внаслідок високого коефіцієнта розподілу парів накопичення в організмі до значних концентрацій проходить повільно й проявляється слабким наркотичним ефектом. Небезпека гострих отруєнь незначна⁵. Ізопропіловий спирт приблизно у два рази токсичніший за етанол і володіє сильнішою нейротоксичною дією, оскільки метаболізм відбувається значно повільніше й переважно до ацетону, рідше – до ізопропілглюкуронілу. Екскреція ацетону з сечею є інформативним показником впливу парів ізопропілового спирту. Останній, як і інші спирти цього ряду, здатні чинити окулотоксичну дію, що розвивається внаслідок набряку сітківки ока та наступної атрофії зорового нерву й клінічно проявляється зниженням гостроти зору⁶.

Таким чином, токсиколого-гігієнічні дослідження підтверджують, що нове біодизельне паливо на основі ізопропілових естерів ріпакової

⁵ *Вредные вещества в промышленности: Справочник / Под ред. Н.В. Лазарева, Э.Н. Левиной. – Л.: "Химия", 1976. – Т. II. – С. 143-144.*

⁶ Там само. – С. 371-372.

олії при інгаляційному впливі належить до 3-го класу небезпеки, а при попаданні до шлунку або при нанесенні на шкіру – до 4-го класу⁷. При його застосуванні варто дотримуватися елементарних вимог безпеки: використовувати засоби захисту органів дихання, шкірних покривів та очей.

За токсиколого-гігієнічною оцінкою встановлено, що нове біодизельне паливо на основі ріпакової олії та ізопропілового спирту відповідає вимогам санітарного законодавства України за показниками безпеки для здоров'я людини й може бути рекомендоване для виробництва та використання.

⁷ Токсиколого-гігієнічний паспорт № 6140. Біодизельне паливо на основі ізопропілових естерів ріпакової олії. – Львів: Наук.-досл. "Центр профілактичної і клінічної токсикології". – Вид. 26.06.2007 р. – 4 с.