

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра галузевого машинобудування

Пояснювальна записка
до дипломної роботи на здобуття ступеня вищої освіти
« магістр »
бакалавр, магістр

на тему: «Влив ріпакових метилових ефірів на самозаймистість ди-
зельного палива»

Виконав: здобувач вищої освіти за освіт-
ньо-професійною програмою
Технології і засоби механізації
сільськогосподарського виробництва

назва ОПП

спеціальності 208 Агроінженерія

код та найменування спеціальності

ступеня вищої освіти «магістр» групи

Водяник В.Є.

Прізвище та ініціали здобувача вищої освіти

Керівник: Харак Р.М.

Прізвище та ініціали керівника

Рецензент: _____

Прізвище та ініціали рецензента

Полтава – 2021 року

РЕФЕРАТ

Структура і обсяг роботи. Магістерська робота складається із вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел (22 найм.) і 9 додатків. Загальний обсяг роботи складає 86 сторінок. Основна частина викладена на 76 сторінках тексту і містить 19 рисунків і 17 таблиць.

Метою експериментальних досліджень є визначення цетанового числа сумішей дизельного палива і метилового ефіру жирних кислот з олії ріпаку.

Для досягнення мети були поставлені наступні задачі:

- 1) визначення густини сумішей дизельного палива і метилового ефіру жирних кислот з олії ріпаку;
- 2) визначення фракційного складу сумішей дизельного палива і метилового ефіру жирних кислот з олії ріпаку;
- 3) визначення цетанового числа сумішей дизельного палива і метилового ефіру жирних кислот з олії ріпаку;

Об'єкт досліджень: дизельне паливо і метилові ефіри ріпакової олії.

Предмет досліджень: вплив в сумішах дизельного палива і метилових ефірів ріпакової олії на величину цетанового числа.

Методи досліджень. Робота базується на експериментальних методах дослідження з використанням традиційних і спеціальних приладів і устаткування.

Наукова новизна роботи: виконане дослідження цетанового числа суміші дизельного палива і метилового ефіру жирних кислот з олії ріпаку.

Практична цінність роботи: визначені залежності цетанових чисел від складу компонентів сумішей.

Ключові слова: ЦЕТАНОВЕ ЧИСЛО, ДИЗЕЛЬНЕ ПАЛИВО, МЕТИЛОВИЙ ЕФІР, СУМІШ, ГУСТИНА, РІПАК, ОБЛАДНАННЯ, САМОЗАГОРЯННЯ, ФРАКЦІЙНИЙ СКЛАД.

ВСТУП

За оцінками експертів, найближчим часом очікується покриття до 10% світових потреб у дизельному паливі з рослинного рідкого палива. Метиллові ефіри використовуються як чисте паливо в Німеччині, Австрії, а 30, 20 і 5% - без сумішей з дизельним паливом у Франції, Швеції, США, Чехії та інших країнах. У той же час, наприклад, у США до 2012 року планується щорічно виробляти близько 20 млн т рідкого палива. Виробництво рідкого біопалива здійснюється в єдиному технологічному процесі з насіння енергоємних культур, або в дві стадії переробки: насіння – в олію та олію – в біопаливо. Технологія виробництва дизельного палива з ріпакової олії заснована на фізико-хімічній переробці фільтрованої олії у форму метилового ефіру. Під впливом каталізатора масло переетерифікують метанолом в метиловий ефір з виділенням гліцерину. Вихідні компоненти практично не змішуються, тому після реакції відбувається гравітаційний розподіл суміші на два шари. Технологія переробки олійних культур безпосередньо на біопаливо реалізована (як приклад) на розвитку біодизельного заводу FARMET (Чехія) річною потужністю 1000-1500 тонн палива за 250 днів, який поділений на дві окремі виробничі ділянки: пресування олійних культур та фільтрація олії та переетерифікація ріпакової олії метанолом. Встановлена енергоспоживання на майданчику переетерифікації 95 кВт, загальне річне споживання електроенергії 150 (225) мВт·год.

Екологічний ефект. Перевагами біодизельного палива перед нафтовим дизельним паливом є насамперед [22]:

- швидке біологічне розщеплення - через 21 добу на 98% (дизель - на 72,0%);
- сприятливе ставлення до формування «парникового ефекту», що виникає внаслідок відновного характеру сировини – ріпаку;
- сприятливий склад відпрацьованих газів (загалом, половина димності, на 20% менший вміст твердих речовин, 7,2% CO, 1,9% CH).

Енергетичні властивості рідкого біопалива відрізняються від традиційного таким:

- температура горіння приблизно на 12% нижча;
- вміст кисню дозволяє зменшити подачу повітря на 13% або, при тій самій подачі повітря, будь-який коефіцієнт надлишку повітря в 1,16 рази вище;
- падіння енергетичних параметрів при робочому навантаженні двигуна коливається в межах 4-5%;
- витрати вищі на 5-8%;
- Більшість тракторів можуть працювати на біодизелі без переробки.

Експлуатаційні властивості рідкого біопалива також мають свої особливості. Повністю змішується з дизельним паливом. Ускладнений запуск двигуна відбувається при температурах нижче $+ 5^{\circ} \text{C}$. Економічна ефективність біопалива в нашій країні вимагає всебічного врахування всіх прямих і побічних продуктів при його виробництві. Річний обсяг виробництва ріпаку в Україні становить близько 300 тис. тонн. Таку кількість насіння можна розглядати як потенційну сировину для початку виробництва близько 100 тис. тонн біопалива.

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ І ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВИМОГИ ДО ДИЗЕЛЬНИХ ПАЛИВ

1.1. Умови застосування і основні вимоги до дизельних палив

У сільському господарстві дизельні двигуни є джерелом енергії на тракторах, комбайнах, самохідних сільськогосподарських машинах, важких транспортних засобах. У майбутньому планується переобладнати більшість вантажівок і частину легкових автомобілів на дизельні двигуни. Основною перевагою дизельних двигунів є їх високий ККД, питома витрата палива на 25 ... 30% нижче, ніж у карбюраторних двигунів. Дизельне паливо дешевше, менш вибухонебезпечне і горюче в порівнянні з бензином.

Дизельне паливо являє собою складну суміш парафінових, нафтових, ароматичних вуглеводнів та їх похідних з числом атомів вуглецю 10 ... 20, середньою молекулярною масою 200 ... 250, які википають в інтервалі 170 ... 380 ° С. Прозора, більш в'язка, ніж бензин, масляниста рідина від жовтуватого до світло-коричневого кольору з щільністю 780...860 кг/м³. Дизельне паливо отримують шляхом прямої перегонки нафти з додаванням до 20% продуктів каталітичного крекінгу [1].

Робочий процес дизельного двигуна відрізняється від робочого процесу карбюраторного тим, що утворення суміші відбувається в кінці такту стиснення за дуже короткий проміжок часу. Паливо впорскується в камеру згорання за кілька градусів до ВМТ, де стискається під тиском 3,4 ... 4,4 МПа і нагрівається до температури 500 ... 800 ° С. При контакті з повітрям паливо випаровується, нагрівається до температури самозаймання і згоряє повітрям. Цей процес триває всього 0,002 ... 0,003 с, що в 10 ... 15 разів швидше, ніж у карбюраторному двигуні [2]. Надійна та економічна робота дизельних двигунів забезпечується за умови правильного підбору палива, встановлення оптимального кута випередження впорскування та повного згорання суміші під час роботи. В іншому ви-

падку збільшується задимлення вихлопних газів, зменшується потужність, збільшується питома витрата палива.

Існує закономірність: чим вище частота обертання колінчастого вала, тим вище потреба в паливі. Це пов'язано з тим, що зі збільшенням швидкості зменшується час, протягом якого відбуваються процеси сумішоутворення і горіння. Тому для забезпечення задовільного перебігу підготовчого та основного процесів горіння застосовують різні способи сумішоутворення: наливний, плівковий і змішаний, а також легке фракційне паливо.

Вимоги до дизельного палива подібні до загальних вимог до всіх видів палива, крім того, вони повинні мати хорошу прокачування, особливо при низьких температурах; оптимальний фракційний склад і відповідна в'язкість для забезпечення якісного перемішування та надійного змащування деталей системи електропостачання; відповідне самозаймання, яке забезпечить м'яку, бездимну та економну роботу двигуна в різних режимах.

1.2. Згоряння палива в швидкохідних дизелях

Утворення горючої суміші в дизелях відбувається безпосередньо в циліндрі двигуна. Час, відведений на утворення горючої суміші і згоряння палива, дуже короткий (обертання колінчастого вала на $15-20^\circ$); чим швидше двигун, тим менше цього часу і тим вище вимоги до якості спалюваного палива. Час згоряння палива у швидкісному двигуні приблизно в десять разів менше, ніж у карбюраторі з такою ж кількістю обертів.

Розпорошене паливо, що надходить у циліндр дизеля, запалюється від тепла політропного стиснення повітря (самозаймання палива). Температура самозаймання дизельного палива - це найнижча температура, до якої необхідно нагріти частинки палива, що знаходяться в повітрі, щоб спалахнути без зовнішнього джерела полум'я.

Числові значення температур самозаймання палив значною мірою залежать від умов експерименту; від середовища, в якому відбувається горіння (кисень або повітря); від ступеня змішування палива з окислювачем; концентрація та інтенсивність нагріву окислювача; матеріал посудини, в якій проводиться експеримент і т. д. Все вищесказане не дозволило поки що ввести в ГОСТ для дизельного палива цей важливий показник. Температура самозаймання дизельного палива в повітрі при атмосферному тиску залежить від хімічного складу палива і знаходиться в межах 330...450 °С, при підвищенні тиску вона значно знижується.

Складному процесу самозаймання палива в дизельному двигуні завжди передує проміжок часу, який називають періодом затримки запалювання. Він охоплює період від моменту подачі палива в камеру згоряння до моменту його самозаймання.

На рис. 1.1 показана розгорнута індикаторна діаграма для дизельного двигуна. Протягом періоду затримки займання τ від точки 1 до точки 2 в паливі відбуваються складні фізико-хімічні процеси, які з часом перекриваються в міру подачі палива. До фізичних змін палива належать: його розпилення, змішування з повітрям, нагрівання до температури навколишнього середовища, випаровування. Крім того, відбуваються передполум'яні хімічні реакції багатостадійного окислення вуглеводнів.

При окисленні молекул палива утворюються пероксидні сполуки (пероксиди, гідрпероксиди), різні альдегіди (формальдегід), органічні кислоти та інші сполуки.

Експериментально доведено, що при окисленні молекула кисню з'єднується з вуглеводнем, але розривається один зв'язок, який утримує атоми кисню в молекулі, тобто замість $O = O$ виходить $-O - O-$. Кисень переходить в активний стан, утворюючи пероксиди $R - O - O - R$ або гідрпероксиди $H - O - O - N$. Пероксидні сполуки накопичуються до певної (критичної) концентрації, а потім розкладаються з виділенням активного атомарного кисню, який бере

участь у формуванні та подальшому розвитку ланцюгів процесів каталітичного окислення [3].

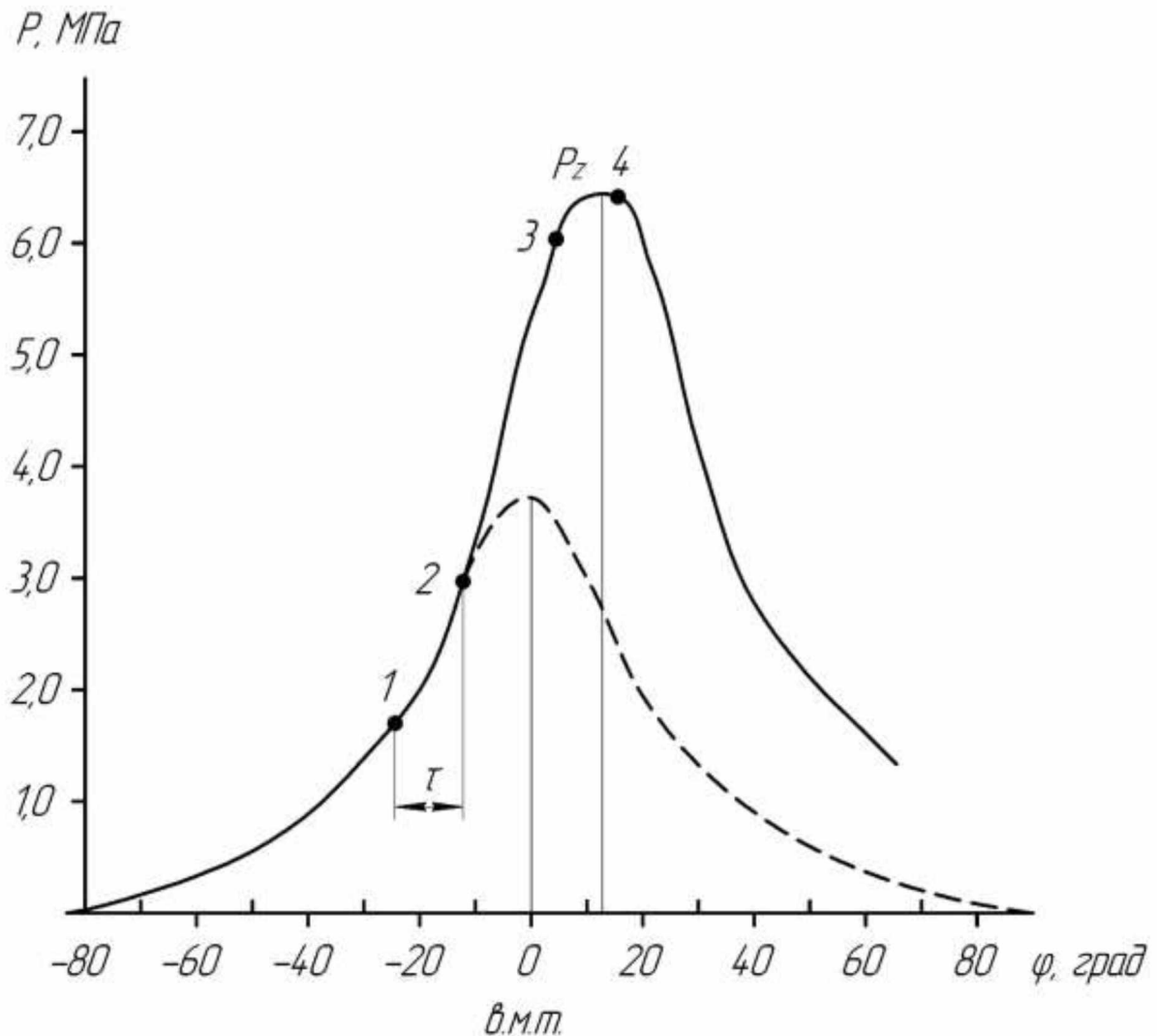


Рис. 1.1. Розгорнена індикаторна діаграма дизельного двигуна:

1 – початок подачі палива; 2 – самозаймання палива; 3 – кінець різкого наростання тиску; 4 – кінець подачі палива.

Розпад пероксидних сполук супроводжується виділенням частини енергії (10...15%), закладеної в паливо, і появою слабкого блакитного світіння. Свічення спостерігається при низьких температурах (близько 200...400 °С), а полум'я, що світиться, холодне. В результаті передполум'яних реакцій відбувається накопичення тепла (її виділяється більше, ніж розсіюється на стінках камери згорання), підвищується температура, збільшується швидкість реакції і

холоднополум'яний процес нагрівається, паливо згоряє (самозаймання). проміжні продукти окислення вуглеводнів). Закінчується перша фаза передполум'яного горіння (період затримки запалювання) і починається друга фаза горіння - період різкого підвищення тиску. Як видно з графіка, цей період триває від точки 2 до точки 3 (обертання колінчастого валу на $10...12^\circ$), за цей час виділяється основна частина тепла (більше 50%), значно підвищується температура і тиску в циліндрі двигуна. Період швидкого горіння починається з моменту займання палива і триває до максимального підвищення тиску P_z . Необхідно, щоб максимальний тиск відповідав моменту наближення поршня до в.м.т.

Оскільки подача палива ще не закінчилася, то в другому періоді весь цикл заряду не згорить: згорає основна маса, а потім починається третій період - повільне згорання від точки 3 до точки 4 (обертання колінчастого вала $5...7^\circ$). У цей період тиск в циліндрі двигуна спочатку майже не змінюється, а потім починає знижуватися. Тут виділяється близько 20...25% енергії палива, але з меншою інтенсивністю, ніж у другому періоді; швидкість горіння нижча, температура і тиск знижені. Цикл подачі палива завершується, продукти згорання палива розширюються, здійснюється робочий хід поршня. Бажано, щоб до кінця третього періоду згорів весь циклічний заряд палива, але в дизелях часто паливо спалюють по лінії розширення індикаторної діаграми від точки 4 - це четвертий період згорання - згорання. Чим вище в'язкість палива, тим важчий його фракційний склад і більше високомолекулярних сполук, що міститься в ньому, тим довший період згорання, а отже, гірше повнота згорання палива, більше диму і вище температура вихлопних газів (нижча якість згорання). На основний процес горіння істотний вплив, крім фізичних властивостей, суттєво впливає хімічний склад палива і тісно пов'язана з ним тривалість першого періоду.

Тенденція до окислення вуглеводнів у дизельному паливі різна. Чим легше вони окислюються, тим швидше утворюються і нестабільніші пероксидні сполуки, чим нижче температура самозаймання палива і менший період затримки

займання, тим м'якше і стабільніше двигун. Вуглеводні алканового ряду нормальної структури більш схильні до окислення, більш стабільні циклани та ізополуки алканового ряду та дуже стабільні ароматичні вуглеводні. Як правило, із збільшенням молекулярної маси, тобто із ускладненням молекули та збільшенням кількості атомів вуглецю в молекулі, а також із збільшенням температури кипіння вуглеводнів, опір окисненню стає меншою, а отже, зменшується самозаймання. вуглеводнів і зменшує затримку займання.

Крім хімічного складу палива, на період затримки займання впливають якість розпилення палива, температура і тиск в камері згорання, коефіцієнт надлишку повітря. При високій в'язкості палива і поганому розпиленні утворюються великі краплі і більш короткий потік палива. Загальна поверхня випаровування крапель більшого діаметра менша, а час їх нагрівання довший - все це уповільнює передполум'яні реакції. Зі збільшенням тиску і коефіцієнта надлишку повітря збільшується концентрація кисню, що прискорює процес окислення. Зі збільшенням температури повітря в циліндрі двигуна зменшується період затримки запалювання (зменшується час нагріву і випаровування палива).

Сучасними методами експериментальних досліджень (швидкісного кінозйомки) встановлено, що дизельні двигуни утворюють об'ємні вогнища гарячого полум'я, які майже одночасно виникають у кількох місцях на зовнішній оболонці паливного жиклера. Швидкість поширення полум'я до 1000 м/с, тобто близька до швидкості детонаційного горіння в карбюраторних двигунах.

Кількість і розміри вогнищ займання значною мірою залежать від характеру передполум'яних реакцій і тривалості періоду затримки займання.

На рис. 1.2 наведені розгорнуті індикаторні діаграми двигуна: а - при м'якій і б - при важкій роботі. Якщо (в міру подачі палива) реакції перед полум'ям інтенсивні і паливо загоряється швидко, другий період починається раніше, період затримки займання τ / коротший, відбувається поступове підвищення тиску (відрізок індикаторної діаграми а від точки 2 до пункту 3). При цьому при повороті колінчастого вала на 1° тиск збільшується на 0,3 МПа - двигун працює

безперервно. Паливо, яке продовжує надходити з форсунки, відбувається за рахунок вже існуючих центрів згоряння і до кінця другого періоду згорає близько 55...60% циклічного заряду палива.

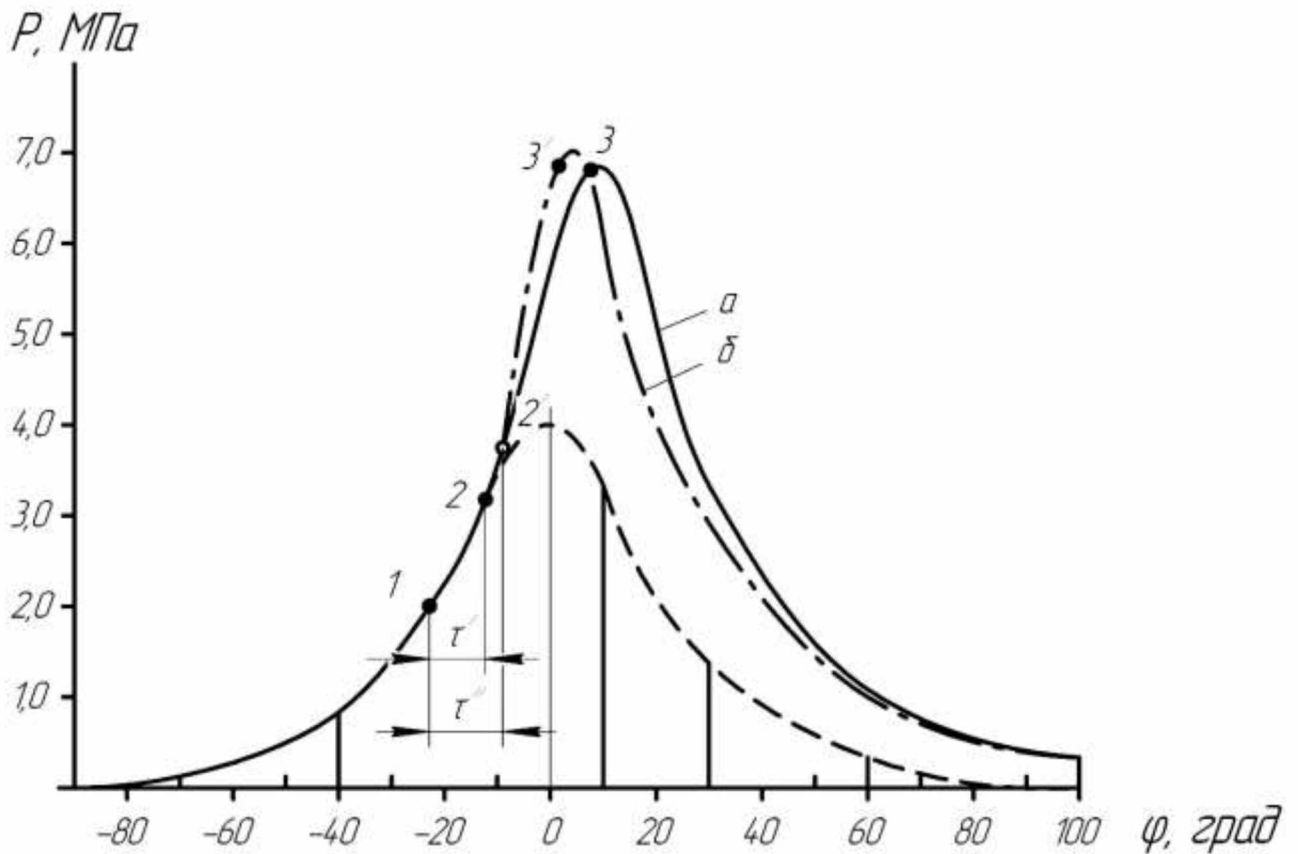


Рис. 1.2. Розгорнені індикаторні діаграми дизельного двигуна
а – м'яка робота; б – жорстка робота.

Якщо передполум'яні реакції протікають повільно, період затримки займання τ'' збільшується, центри запалювання палива утворюються зі значним запізненням. У цей час продовжується впорскування палива, в циліндрі двигуна накопичується більше моторної суміші. Самозаймання затримується, але запалюється більше палива; тому тиск зростає різкіше (сегмент індикаторної діаграми буде від точки 2 «до точки 3»). При повороті колінчастого вала на 1° тиск збільшується на 0,65 МПа - двигун важко працює, чути характерний стукіт (через ударне навантаження на поршень двигуна).

Зовні важка робота нагадує детонацію в карбюраторному двигуні, але причини важкої роботи і детонації прямо протилежні. Жорстка робота дизеля

викликає підвищений знос деталей, особливо вкладишів підшипників, через ударне навантаження, відбувається деформація кілець, а іноді і поломка, посилюється прорив газів в картер, збільшується витрата палива. Залежно від конструкції двигуна спостерігається важка робота при різній інтенсивності підвищення тиску. Прийнято, що якщо при повороті колінчастого вала на 1° тиск збільшується на 0,25...0,50 МПа, то робота м'яка, 0,6...0,9 МПа – жорстка, а більше 1 МПа – дуже жорстка, що призводить до швидкого зносу двигуна.

Таким чином, на процес згоряння палива в швидкохідних дизельних двигунах впливає багато факторів, але в основному цей процес залежить від хімічного складу палива та умов передполум'яних процесів.

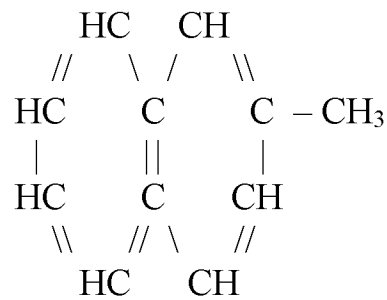
1.3. Цетанове число

Про схильність дизельних палив до запалювання судять по їх цетановому числу.

Чисельне значення цетанового числа залежить від хімічної структури палива і якості сумішоутворення. Легковипаровувані і легкоокисляючі палива мають менший період затримки запалювання, забезпечують м'яку роботу двигуна, на них легше відбувається пуск. Їх цетанові числа вищі, ніж у палив з великим періодом затримки запалювання.

Цетанове число встановлюють по методу паливних еквівалентів: випробований зразок дизельного палива порівнюється з еталонним.

В якості еталонів прийняті: 1) цетан, або н-гексадекан, ($C_{16}H_{34}$), його структурна формула $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$, вуглеводень нормальної будови алканового ряду, що має дуже малий період затримки запалювання, умовно його цетанове число прийняте за 100 одиниць і 2) α -метилнафталін ($C_{10}H_7CH_3$), його структурна формула



вуглеводень ароматичного ряду, дуже важко займається і має тому великий період затримки запалювання, умовно його цетанове число прийняте за 0.

Чисельно цетанове число дизельного палива рівне процентному вмісту (за об'ємом) цетана в суміші з α -метилнафталіном, яка по характеру згорання (самозайманню) рівноцінна випробовуваному паливу.

Визначення цетанового числа виробляють на установці ИТ9-3. Розріз двигуна установки показаний на рис. 1.3 [4].

Цетанове число визначають трьома різними методами: по критичному ступеню стиснення, по запізнюванню самозаймання і по збігу спалахів. В нашій країні цетанове число визначають по третьому методу. Випробування проводять на одноциліндровому двигуні ИТ9-3, що працює за принципом самозаймання палива від стиснення. Режим випробування стандартний (ГОСТ 3122-82). Конструкція даного двигуна дозволяє під час роботи змінювати ступінь стиснення від 7 до 23.

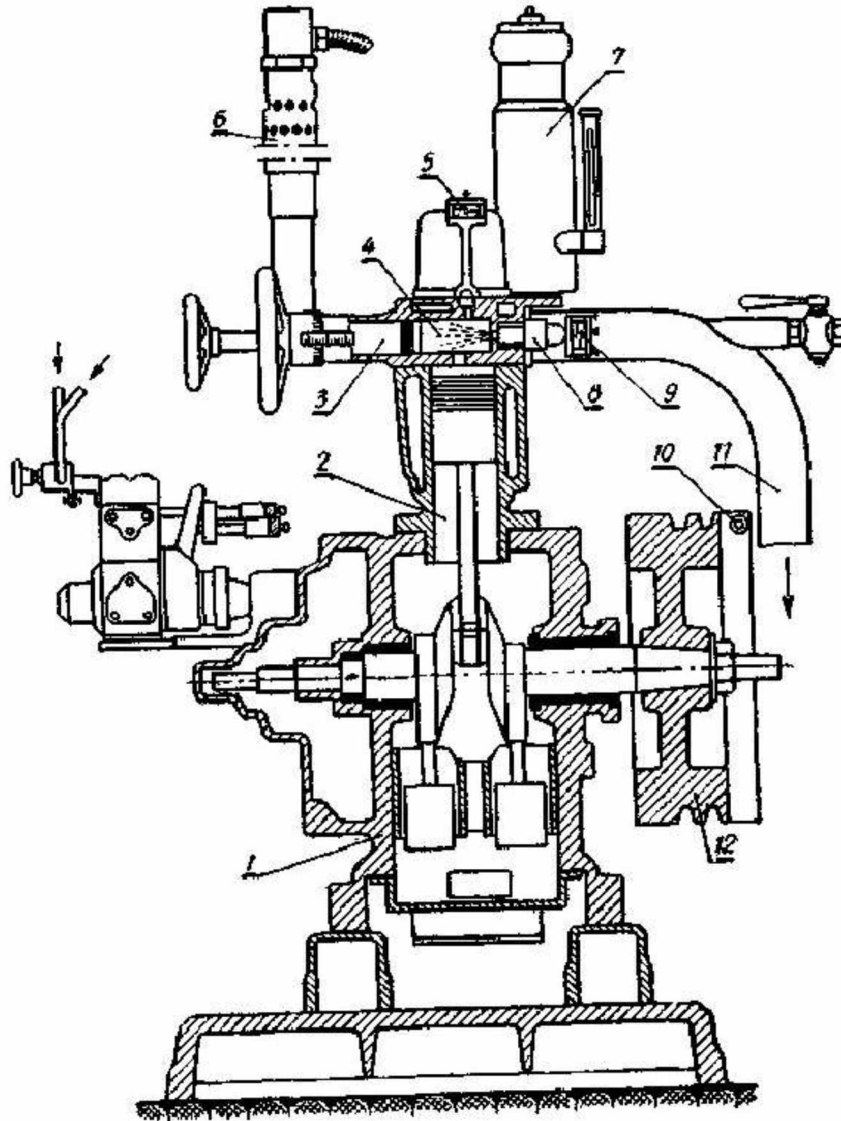


Рис. 1.3. Розріз двигуна установки ИТ9-3 для визначення цетанових чисел:

- 1 – корпус; 2 – циліндр; 3 – поршень для зміни об'єму камери згорання; 4 – камера згорання; 5 – індикатор запалювання; 6 – підігрівач повітря; 7 – паливний бачок; 8 – форсунка; 9 – індикатор уприскування; 10 – неонова лампочка; 11 – вихлопна труба; 12 – маховик.

Визначення цетанового числа проводять наступним чином. Запустіть двигун на перевіреному паливі і встановіть необхідний (стандартний) режим. Потім змінюють ступінь стиснення до тих пір, поки самозаймання досліджуваного палива не почнеться точно при в.м.т. Упоркування палива здійснюється за 13°

до наближення поршня до в.м.т. Цей ступінь стиснення фіксується і двигун переводиться на роботу з еталонною сумішшю. Підібрати склад суміші цетану з α -метилнафталіном так, щоб при однаковому куті випередження впорскування суміші самозаймання відбувалося так само точно в м.м. Тоді відсоток вмісту цетану в еталонній суміші чисельно дорівнюватиме цетановому числу досліджуваного палива.

Момент займання палива в двигуні фіксується індикатором запалювання, який вкручений в нижній частині в головку циліндрів. Фіксація моменту початку впорскування палива проводиться індикатором упорскування, пружина якого з'єднана зі штоком голки форсунки. Моменти початку впорскування палива і початку його запалювання фіксуються інерційними неоновими лампочками, встановленими на ободі маховика двигуна зі зміщенням на 13° .

При експлуатації дизелів важливо встановити оптимальний кут випередження впорскування палива. Якщо кут великий, паливо подається в недостатньо нагріте і стиснене повітря, що збільшує період затримки запалювання, а отже, підвищує жорсткість дизеля. При великому куті випередження згорання палива може відбуватися до приходу поршня в в.м.т., при цьому продукти згорання створюють протитиск в циліндрі двигуна, потужність зменшується. При затримці впорскування палива значна частина згорає на розширювальній магістралі, що призводить до зниження максимального тиску P_z , падіння потужності, неповного згорання палива та зниження ККД. двигун. Тому кут випередження впорскування палива повинен бути оптимальним, щоб другий період згорання закінчувався при проходженні поршня через в.м.т. Отже, точка максимального тиску горіння (P_z) знаходиться поблизу в.м.т.

При використанні іншого типу дизельного палива в двигуні необхідно також встановити оптимальний кут випередження впорскування.

Паливо для швидкохідних дизелів, отримане з масел різних родовищ, згорає в двигуні по-різному в залежності від їх групового хімічного складу, хоча паливо може бути однієї марки.

Паливо з високим цетановим числом (до 55...60 одиниць) можна отримувати з алканових масел (татарських, башкирських, грозненських та ін.). Дизельне паливо, одержане на основі цикланових масел, має нижчі цетанові числа (30...45 одиниць) і низьку температуру застигання (до $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$); зазвичай такі масла використовуються для виробництва зимового палива.

Ароматичні вуглеводні, не схильні до окислення і розкладання, важко запалюються і мають дуже низькі цетанові числа; в дизельному паливі вони небажані.

Неограничивающие вуглеводні з одним подвійним зв'язком в молекулі зменшують цетанове число приблизно на 10 одиниць порівняно з молекулою н-алкану, що має таку ж кількість атомів вуглецю. У разі більшої нескінченності і сильного розгалуження бічних ланцюгів вуглеводнів цетанове число знижується ще більше, а оскільки необмежені вуглеводні значно погіршують стабільність палива, їх присутність у дизельному паливі неприпустима. У дизельному паливі небажані також продукти каталітичного крекінгу, до складу яких входять переважно ізоалкани та ароматичні речовини: вони підвищують жорсткість двигуна. Тому, в основному, дизельне паливо отримують шляхом прямої перегонки нафто-парафінових масел.

Цетанове число має великий вплив не тільки на процес згоряння дизельного палива, а й на його пускові властивості. Запустити холодний двигун на паливі з цетановим числом нижче 40 одиниць дуже важко, особливо в холодну зиму. ГОСТ допускає використання палива з цетановим числом не менше 40 одиниць, але бажані палива з цетановим числом 45-50 одиниць [5, 6].

Подальше збільшення цетанових чисел палива для дизелів існуючих конструкцій вже не робить істотного впливу на процес згоряння.

1.4. Вплив цетанового числа на роботу дизеля

Оптимальне значення цетанового числа 40...50. Використання палива з цетановим числом менше 40 призводить до жорсткої роботи двигуна, а більше 50 – до збільшення питомої витрати палива за рахунок зменшення повноти згоряння. Влітку можна успішно застосовувати палива з цетановим числом 40, а взимку, для забезпечення пуску холодного двигуна, цетанове число повинно бути не менше 45.

Величина цетанового числа впливає і на пускові властивості дизельного палива: з підвищенням цетанового числа пуск двигуна полегшується (рис. 1.4). Однак це стосується палив, які незначно відрізняються за фракційним складом. При більшій різниці у фракційному складі важке паливо з високим цетановим числом часто має гірші пускові властивості, ніж, легке паливо з більш низьким цетановим числом (рис. 1.5) [7].

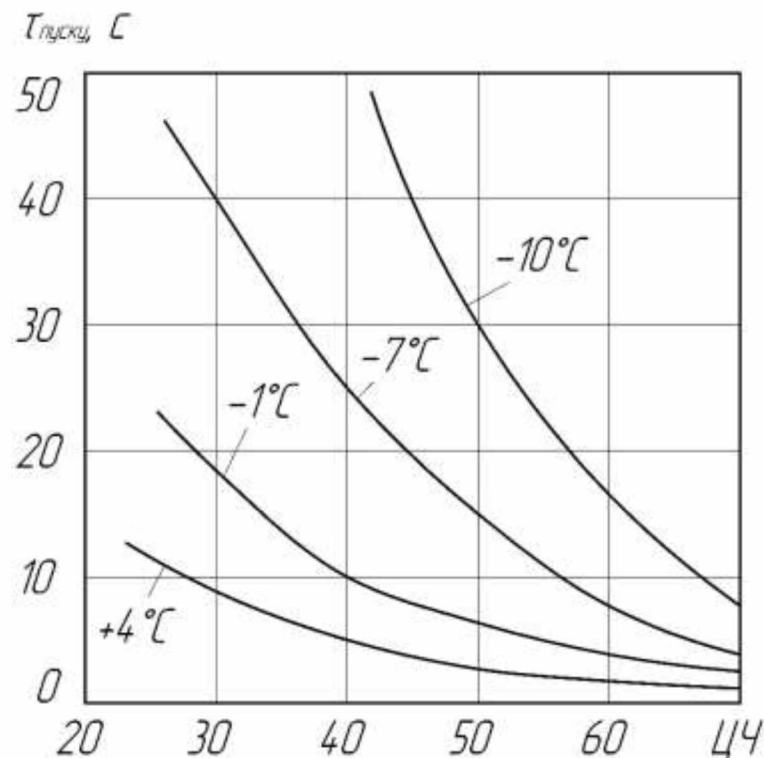


Рис. 1.4. Залежність часу пуску холодного дизельного двигуна від цетанового числа палива при різних температурах повітря (частота обертання колінчастого вала 100 хв^{-1})

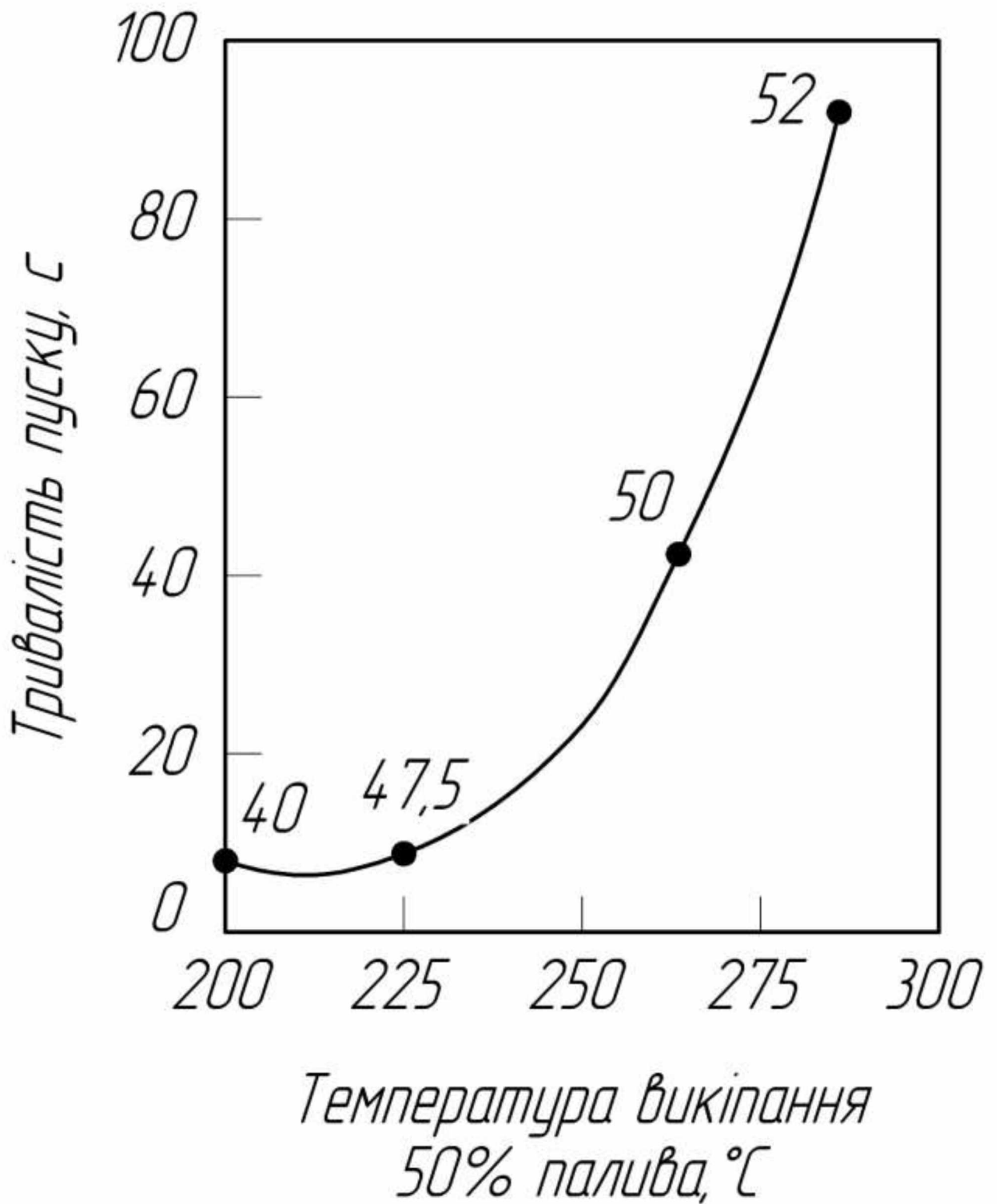


Рис. 1.5. Залежність часу пуску дизельного двигуна від температури википання 50 % палива (числа над точками – цетанові числа)

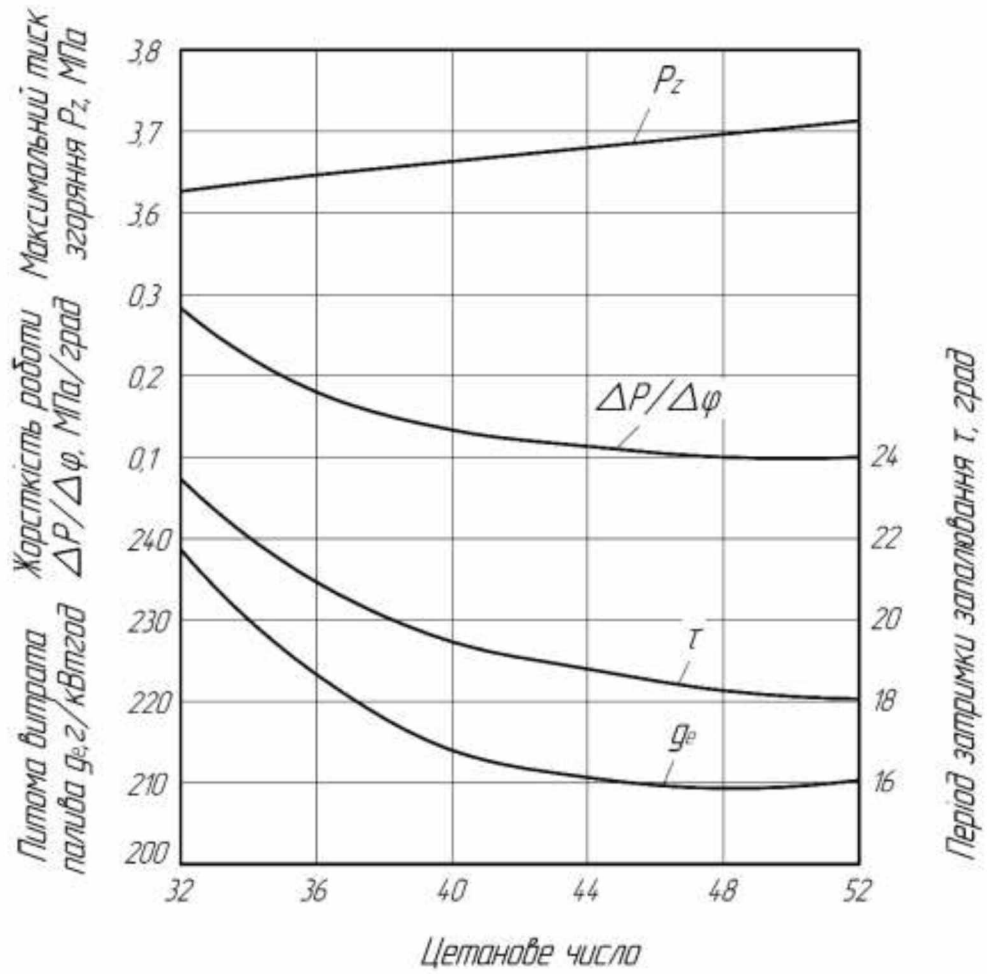


Рис. 1.6. Вплив цетанового числа на показники роботи дизеля Д-65

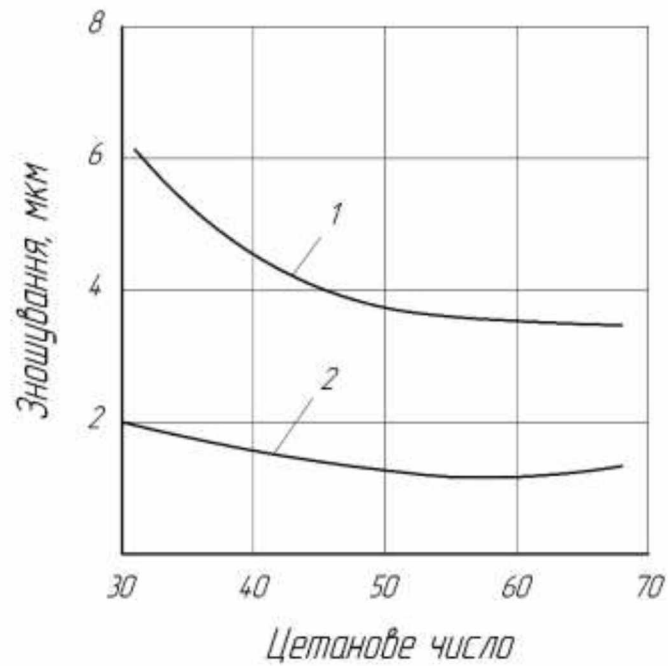


Рис. 1.7. Вплив цетанового числа на знос дизеля Д-37М:

1 – верхній пояс циліндрів; 2 – шатунні шийки колінчастого вала

При зниженні цетанового числа дизельного палива в значній мірі погіршуються динамічні показники цикла ($P_z, \Delta P / \Delta \varphi, g_e$), а значить і дизеля в цілому (рис. 1.6); що суттєво підвищує знос деталей двигуна, особливо верхнього пояса циліндрів і компресійних кілець (рис. 1. 7).

Цетанові числа можуть бути підвищені двома способами: регулюванням вуглеводневого складу або введенням спеціальних присадок.

Перший спосіб заснований на тому, що різні групи вуглеводнів мають різну самозаймистість (табл. 1.1) [1].

Таблиця 1.1 – Цетанові числа деяких вуглеводнів

Група	Найменування	Формула	Цетанове число
Парафінові	Н-декан	$C_{10}H_{22}$	77
	Цетан	$C_{16}H_{34}$	100
Нафтеніві	Декалін	$C_{10}H_{20}$	48
	Метилдіпропілдекалінметан	$C_{10}H_{17}C_8H_{17}$	21
Ароматичні	Альфаметилнафталін	$C_{10}H_7CH_3$	0
	Альфаоктилнафталін	$C_{10}H_7C_8H_{17}$	18

Таким чином, цетанове число палива можна значно збільшити за рахунок збільшення концентрації нормальних парафінів і зниження вмісту ароматичних речовин. Але через високу температуру плавлення звичайних парафінів, порівняно з іншими групами вуглеводнів, їх значний вміст у зимових марках дизельного палива є неприпустимим.

Другий спосіб забезпечує найбільше збільшення цетанового числа. Механізм дії добавок заснований на їх здатності відносно легко вилучати кисень зі свого складу. Як сильні окислювачі вони прискорюють початкові передполум'яні реакції, сприяють розгалуженню окисних ланцюгів і утворенню нових активних реакційних центрів. Ефективність найбільш поширених добавок наведена в табл. 1.2 [1].

Таблиця 1.2 – Ефективність присадок, що підвищують цетанове число

Присадка (1%, за масою)	Підвищення цетанового числа, од
Ізопропілнітрат	17
Бутилнітрат	19
Амільнітрат	23
Пероскид бутіла	20
Пероксид гептіла	16

2.4. Характеристика сировини для виробництва біопалива

Видозміна переробленої олії в процесі переетерифікації робить можливим утворення нових органічних сполук (ефірів), які відповідають властивостям та характеристикам дизельного палива, внаслідок чого не виникає потреби в суттєвих конструкційних змінах дизелів.

Ефіри олій можна виробляти з усіх видів рослинних олій і тваринних жирів (табл. 2.10), а також із залишків олій після їх харчового використання (картоплі фрі, смаженої риби тощо) [9].

Таблиця 2.10 – Характеристика сировини для виробництва ефірів

Показник	Олія				Тваринний жир
	ріпакова	соняш-никова	соєва	пальмова	
Густина, кг/м ³ , при 20 °С	920	930	930	920	940
Температура самозаймання, °С	317	316	330	267	-
Кінематична в'язкість, мм ² /с, при температурі 20 °С	74	66	64	40	твердий

Цетанове число	44	36	39	42	-
Енергетична цінність, МДж/кг	41	36	39	42	-
Вміст кислот, %:					
олеїнової	60	28	28	41	40
пальмітинової	4	6	8	42	25
лінолевої	20	61	53	10	4
ліноленової	9	-	6	-	1
стеаринової	1	4	4	5	19

Найпоширенішим і перспективним паливом у Європі та Україні є метилові ефіри жирних кислот (PME) ріпаку. PME в залежності від використовуваної технології та виробника зустрічається під різними назвами: PME, FAME, bio oil, bioral, eko1, серед яких найпоширенішим є біодизель. PME отримують в результаті процесу етерифікації - реакції взаємодії метилового спирту і ріпакової олії в присутності каталізаторів - в результаті чого отримують ефір і гліцерин.

2. ЗАГАЛЬНА МЕТОДИКА ТА ОСНОВНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Мета і програма експериментальних досліджень

Метою експериментальних досліджень є визначення цетанового числа сумішей дизельного палива і метилового ефіру жирних кислот з олії ріпаку.

Дослідження проводилися в лабораторних умовах.

Програмою досліджень передбачалося:

- 1) визначення густини сумішей дизельного палива і метилового ефіру жирних кислот з олії ріпаку;
- 2) визначення фракційного складу сумішей дизельного палива і метилового ефіру жирних кислот з олії ріпаку;

2.2 Методика визначення цетанового числа

Цетановий індекс (число) визначають згідно ГОСТ 27768-88 [10]. Цей стандарт поширюється на дизельне паливо і встановлює метод визначення цетанового індексу не вище 60. Метод полягає у визначенні густини дизельного палива при 15°C за ГОСТ 3900-85 [11] і середньої температури кипіння 50%-вої (за обсягом) фракції дизельного палива за ГОСТ 2177-82 [12].

На основі отриманих даних розраховують по рівнянню (3.1) або визначають по номограмі (рис. 3.1) цетановий індекс дизельного палива.

Розрахунковий цетановий індекс рекомендується застосовувати для характеристики дистилянтних фракцій дизельних палив і палив, отриманих на установках каталітичного крекінгу, а також для характеристики їх сумішей у тих випадках, коли немає випробувальної апаратури або кількості зразка недостатньо для проведення випробування на двигуні.

Розрахунок цетанового індексу по рівнянню не заміняє визначення цетанового числа на випробувальній апаратурі відповідно до ГОСТ 3122-67 [13] але

є додатковим методом визначення цетанового числа.

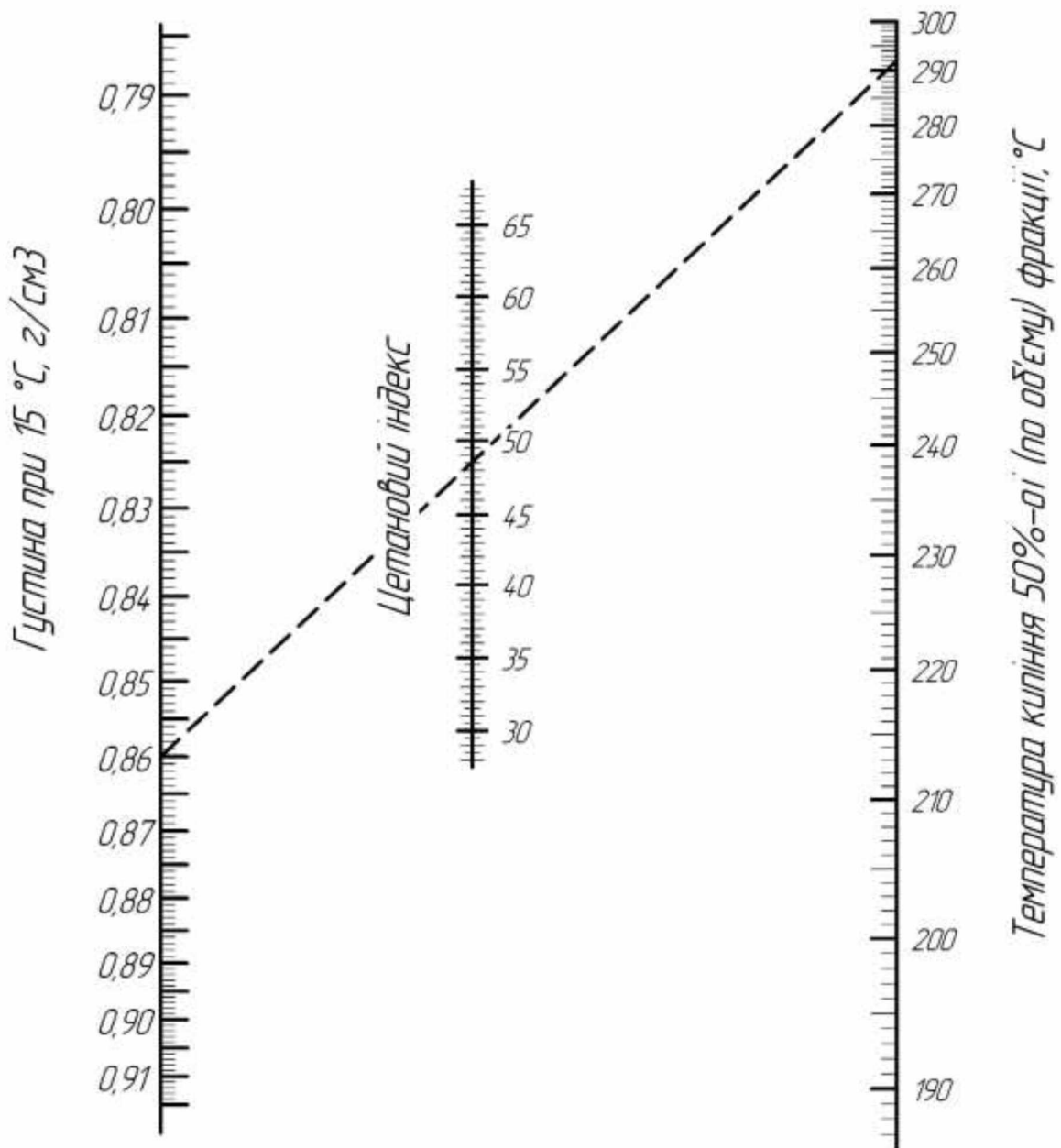


Рис. 3.1. Номограма визначення цетанового числа

Метод дає значні розбіжності при застосуванні його для визначення цетанового індексу нафти, залишкових продуктів і високолетучих продуктів з кінцем кипіння нижче 260°C, які можуть додаватися в дизельне паливо.

Відбір проб проводять за ГОСТ 2517-85 [14].

Проведення випробування. Визначають густину дизельного палива при 15°C за ГОСТ 3900-85 і середню температуру кипіння 50%-ної фракції (за обя-

гом) за ГОСТ 2177-82.

Цетановий індекс (ЦИ) розраховують по рівнянню:

$$\text{ЦИ} = 454,74 - 1641,416 \cdot \rho + 774,74 \cdot \rho^2 - 0,554 \cdot t + 97,803(\lg t)^2, \quad (3.1)$$

де ρ – густина при 15°C, визначена по ГОСТ 3900-85, г/см³;

t – температура кипіння 50%-ої (за обсягом) фракції з урахуванням поправки на нормальний барометричний тиск 101,3 кПа, визначається за ГОСТ 2177-82;

\lg – логарифм із основою 10.

Цетановий індекс дистилатних дизельних палив може бути визначений по номограмі (рис. 3.1).

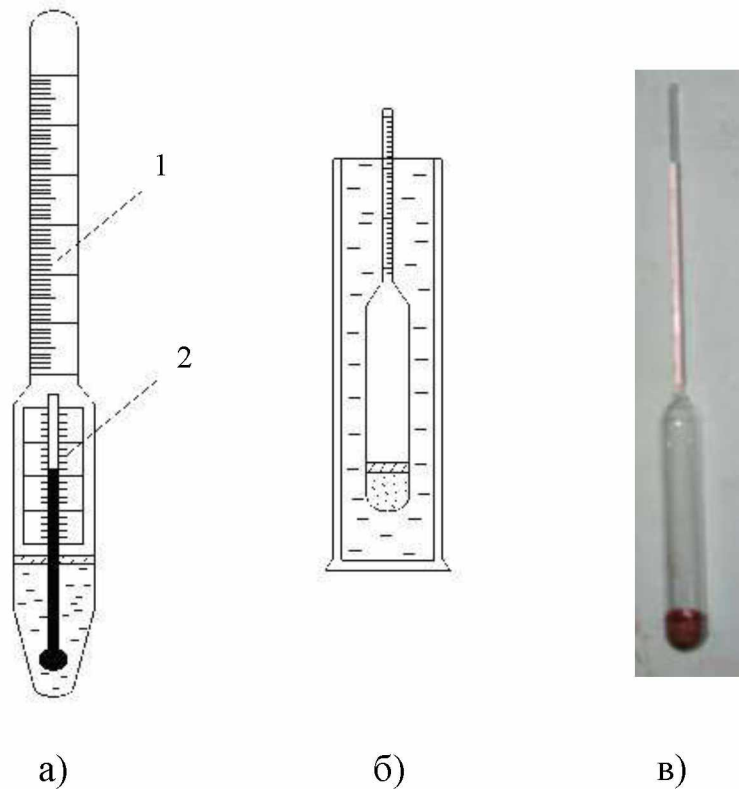
Показники точності при визначенні цетанового індексу розрахунковим методом залежать від точності методів визначення густини за ГОСТ 3900-85 і температури кипіння 50%-ої (за обсягом) фракції палива за ГОСТ 2177-82.

В межах цетанових чисел від 30 до 60 для дистилатних дизельних палив розрахунковий цетановий індекс збігається (з 75%-ний довірчою ймовірністю) з метановим числом, визначеним експериментально на випробувальній апаратурі, з розбіжністю в межах ± 2 цетанових одиниць.

3.3. Визначення густини нафтопродуктів

Густину нафтопродуктів визначають нафтоденсиметрами. Сухий і чистий нафтоденсиметр обережно опускають в циліндр з нафтопродуктом (рис. 3.2). Після припинення коливань відраховують значення густини по верхньому краю меніску, встановлюючи око на одному рівні з шкалою підрахунку і по термометру приладу записують температуру [15, 16].

Густина нафтопродукту залежить від температури, тому якщо визначення густини проводилось при температурі відмінній від стандартної 20°C, необхідно внести поправку (табл.3.1) за формулою (3.2):



а – нафтоденсиметр; б – замір густини нафтопродукту; в – загальний вигляд нафто денсиметру; 1 – шкала густини, 2 – шкала температури.

Рис.3.2. Прилад для визначення густини нафтопродукту

$$\rho^{20} = \rho^t + \gamma \cdot (t - 20), \quad (3.2)$$

де ρ^{20} – густина при $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, г/см³;

ρ^t – густина при температурі нафтопродукту, г/см³;

γ – температурна поправка густини.

Середні температурні поправки для нафтопродуктів наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. – Середні температурні поправки для нафтопродуктів

Відносна густина	Температурна поправка на $20\text{ }^{\circ}\text{C}$	Відносна густина	Температурна поправка на $20\text{ }^{\circ}\text{C}$
1	2	3	4

0,6900...0,6999	0,000910	0,8500...0,8599	0,000699
0,7000...0,7099	0,000897	0,8600...0,8699	0,000686

Продовження таблиці 3.1

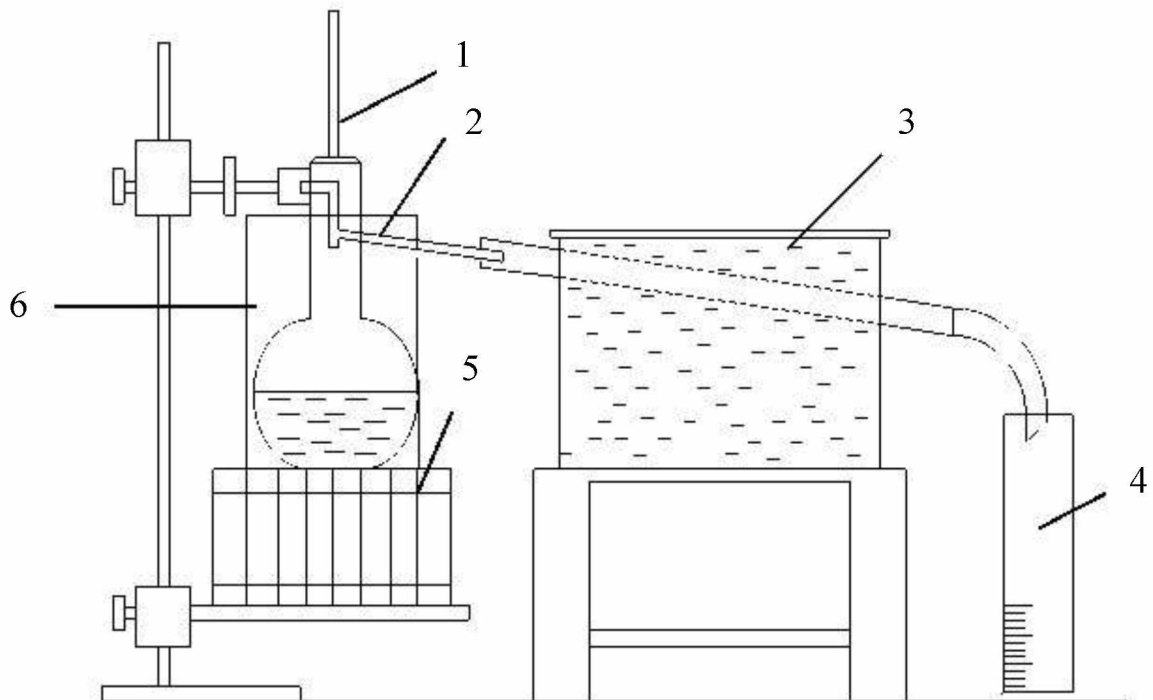
1	2	3	4
0,7100...0,7199	0,000884	0,8700...0,8799	0,000673
0,7200...0,7299	0,000870	0,8800...0,8899	0,000660
0,7300...0,7399	0,000857	0,8900...0,8999	0,000647
0,7400...0,7499	0,000844	0,9000...0,9099	0,000633
0,7500...0,7599	0,000831	0,9100...0,9199	0,000620
0,7600...0,7699	0,000818	0,9200...0,9299	0,000607
0,7700...0,7799	0,000805	0,9300...0,9399	0,000594
0,7800...0,7899	0,000792	0,9400...0,9499	0,000581
0,7900...0,7999	0,000778	0,9500...0,9599	0,000567
0,8000...0,8099	0,000765	0,9600...0,9699	0,000554
0,8100...0,8199	0,000752	0,9700...0,9799	0,000541
0,8200...0,8299	0,000738	0,9800...0,9899	0,000528
0,8300...0,8399	0,000725	0,9900...0,9999	0,000515
0,8400...0,8499	0,000712		

3.4. Визначення фракційного складу

Фракційний склад дизельного палива визначають на приладі (рис.3.3) [17, 18]. В колбу заливають 100 мл. досліджуваного дизельного палива (наливаючи паливо, колбу треба тримати похило, щоб воно не потрапило у відвідну трубку). В середину колби кидають 2-3 шматки пористої речовини (пемзи, шамоту або фарфору), щоб при нагріві створювалось рівномірне кипіння. Колбу закривають пробкою з встановленим в неї термометром, який встановлюють так, щоб верхній кінець ртутної кульки був на рівні нижнього кінця відвідної трубки. В цьому випадку можливо відмітити температуру пари, що надходить в холодильник. Колбу з'єднують трубкою з холодильником і під її дно підставляють електроплитку.

Температуру, при якій падає перша крапля до прийомника, відмічають як температуру початку кипіння нафтопродукту. На протязі всього дослідження слід-

кують, щоб швидкість розгонки не перевищувала 4-5 мілілітрів / хв.



1 – термометр; 2 – колба; 3 – баня холодильника; 4 – мірний циліндр; 5 – електрична плитка; 6 – кожух

а) схема установки



б) загальний вигляд

Рис. 3.3. Установка для розгонки нафтопродуктів

Під час перегонки через кожні 10 мл. зібраного в прийомнику продукту записують температуру. Показниками кінця розгонки є те, що у шийці колби з'являється біла пара, температура різко падає.

Після закінчення перегонки припиняють нагрів та дають на протязі п'яти хвилин витекти в прийомник рідині, з конденсованої з пари, цей об'єм добавляють до того, при якому відмічена температура кінця кипіння.

Ту незначну кількість палива, яка залишилась після охолодження, вимірюють маленькою градуйованою мензуркою. Різницю між 100 мл. взятого палива і сумою залишку і відгону, зібраного в прийомнику приймають за витрати при перегонці [19, 20, 21].

Результати розгонки палива оформляють у вигляді графіка, названого кривою фракційної розгонки. По осі абсцис відкладають температуру, а по осі ординат – об'єм випаруваного палива. Одержані результати порівнюють з ГО-СТом.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ТА ТЕОРЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Визначення густини дизельного палива, метилового ефіру ріпакової олії та їх сумішей

Густина нафтопродукту – важливий його показник. Її необхідно знати для обліку витрати і нормування нафтопродуктів у господарствах, оскільки отримують їх з нафтобази в одиницях маси (кг, т), а при заправці видають в об'ємних одиницях (л). Крім того за густиною можна судити про вид нафтопродуктів та їх змішування між собою.

В таблиці 3.1 представлені результати досліджень.

Таблиця 3.1 – Густина дизельного палива, метилового ефіру ріпакової олії (PME) та їх сумішей

Показник	ГОСТ	Варіанти						
		ДП	ДП80%+ PME20%	ДП60%+ PME40%	ДП50%+ PME50%	ДП40%+ PME60%	ДП20%+ PME80%	PME
Густина, кг/м ³ , при 15 °С	не більше 860	837	839,1	847	852	857	861	862

Стосовно густини можна стверджувати, що дані показники а результати додавання до дизельного палива PME підвищуються. Наглядно це зображено на рис. 4.1. Густина дизельного палива впливає на сумішоутворення. З підвищенням густини збільшується довжина факела, знижується економічність і зростає димність відпрацьованих газів. Аналізуючи отримані результати, зазначимо, що тільки суміш PME в кількості 40% в дизельному паливі відповідає вимогам стандарту. Різниця між нафтовим паливом і біопаливом складає 89,5 кг/м³. При їх змішування між собою і тривалому зберіганні відбудеться розшарування.

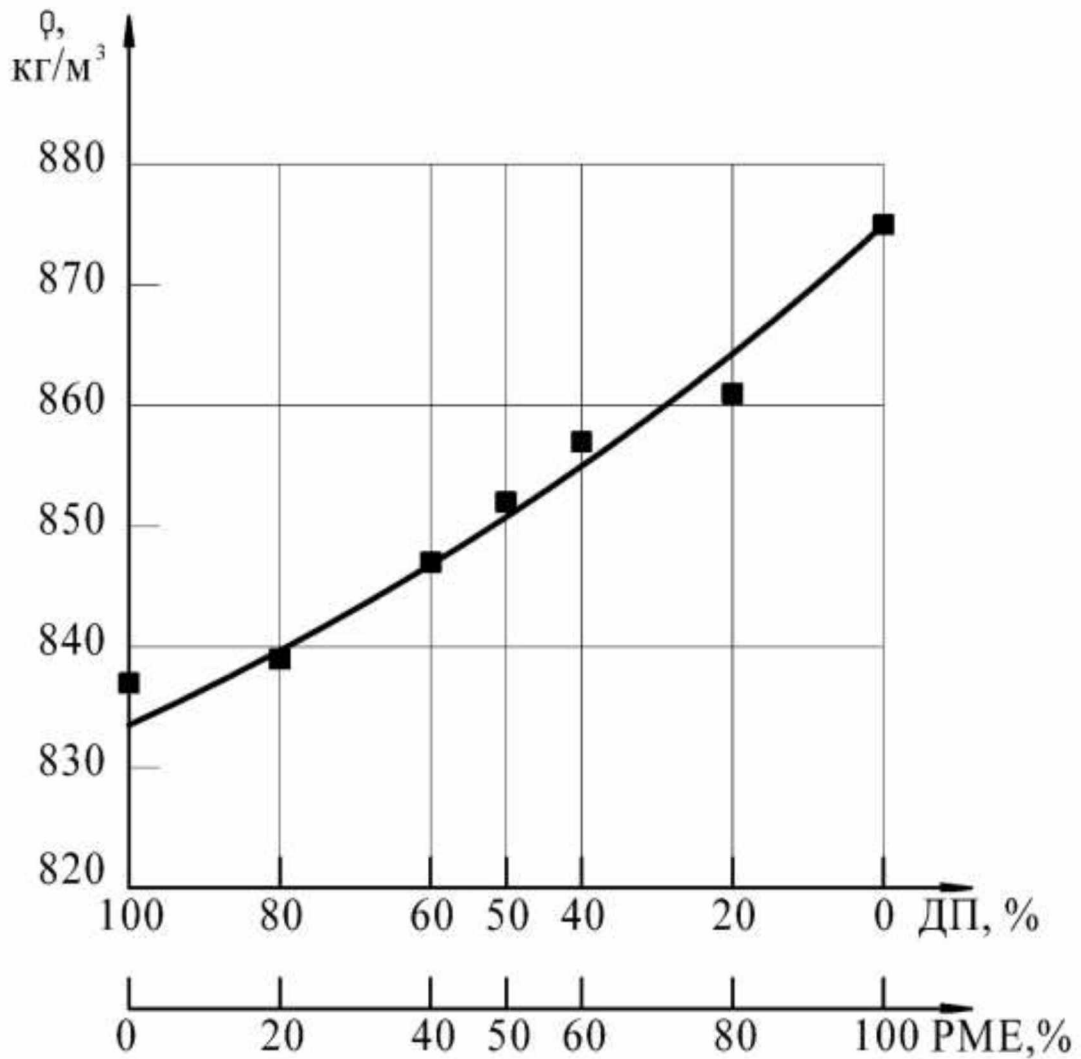


Рис. 3.1. Залежність густини від складу компонентів сумішей

3.2. Визначення фракційного складу дизельного палива, метилового ефіру ріпакової олії та їх сумішей

Фракційний склад встановлює залежність між кількісним вмістом фракцій палива (в процентах за об'ємом) і температурою, при якій воно переганяється. Від фракційного складу бензину залежить пуск двигуна, час його прогрівання і прийомистість, спрацювання деталей циліндропоршневої групи; витрата палива, масла; токсичність відпрацьованих газів тощо.

В таблиці 3.2 представлені результати досліджень.

Таблиця 3.2 – Фракційний склад дизельного палива, метилового ефіру ріпакової олії (РМЕ) та їх сумішей

Показник	ГОСТ	Варіанти						
		ДП	ДП80%+ РМЕ20%	ДП60%+ РМЕ40%	ДП50%+ РМЕ50%	ДП40%+ РМЕ60%	ДП20%+ РМЕ80%	РМЕ
Фракційний склад, °С:								
поч. кипіння		166	166	165	171	168	176	235
5%		183	188	189	193	197	203	294
10%		191	196	198	205	211	216	307
20%		206	211	217	227	241	251	316
30%		220	225	236	250	266	271	320
40%		234	240	254	273	293	299	320
50%	не вище 280	248	256	274	291	300	310	320,5
60%		263	271	292	306	314	310	320
70%		281	292	297	310	313	303	316
80%		303	315	300	299	304	282	314
90%	не вище 360	329	310	277	248	251	237	307
кінець кипіння		332	310	277	248	251	237	304

Дизельне паливо повинно мати цілком певний фракційний склад. Використання палива як важкого, так і легкого фракційного складу призводить до порушення роботи двигуна. У першому випадку внаслідок його незадовільного випаровування відбувається несвоєчасне samozаймання і неповне згорання, що призводить до змивання масла зі стінок циліндрів, збільшення нагару, розрідження масла в картері. У другому випадку затруднюється пуск двигуна, збільшується жорсткість його роботи. Вплив фракційного складу палива на сумішоутворення різних типів двигунів неоднаковий. Двигуни з вихрекамерним сумішоутворенням, внаслідок більш сприятливих умов згорання, менш чутливі до фракційного складу палива, ніж двигуни з безпосереднім вприском.

Стандартом передбачається визначати температури перегонки 50 і 90 % палива: $t_{50\%}$ впливає на його пускові властивості і прийомистість (інтенсивність розгону автомобіля до певної швидкості після різкого переміщення органа до-

зування палива), $t_{90\%}$ є температурою кінця перегонки і свідчить про наявність важких фракцій, які погіршують сумішоутворення.

Чим нижча температура перегонки 50 % палива, тим легше і швидше можна запустити двигун, легше випаровуються середні фракції бензину, забезпечуючи стійку роботу двигуна на режимі холостого ходу і добру його прийомистість.

Як видно із таблиці 3.4, по мірі зменшення кількісного вмісту дизельного палива в суміші, температура перегонки 50 % палива зростає, а значить погіршуються пускові властивості і прийомистість, що негативно вплине на продуктивність транспортного агрегату.

4.3. Визначення цетанового числа дизельного палива, метилового ефіру ріпакової олії та їх сумішей

Цетановий індекс (число) визначають згідно ГОСТ 27768-88 [10]. Методика визначення представлена в розділі 3 магістерської роботи. Густина і температуру википання 50% палива із таблиць 3.1 і 3.2 зводимо в таблицю 3.3.

Таблиця 3.3 – Густина температуру википання 50% дизельного палива, метилового ефіру ріпакової олії (PME) та їх сумішей

Показник	ГОСТ	Варіанти						
		ДП	ДП80%+ PME20%	ДП60%+ PME40%	ДП50%+ PME50%	ДП40%+ PME60%	ДП20%+ PME80%	PME
Густина, кг/м ³ , при 15 °С	не більше 860	837	839,1	847	852	857	861	862
Фракційний склад, °С: 50%	не вище 280	248	256	274	291	300	310	320,5

На основі отриманих даних визначаємо по номограмі (рис. 2.1) цетановий індекс (число) дизельного палива, метилового ефіру ріпакової олії (PME) та їх сумішей.

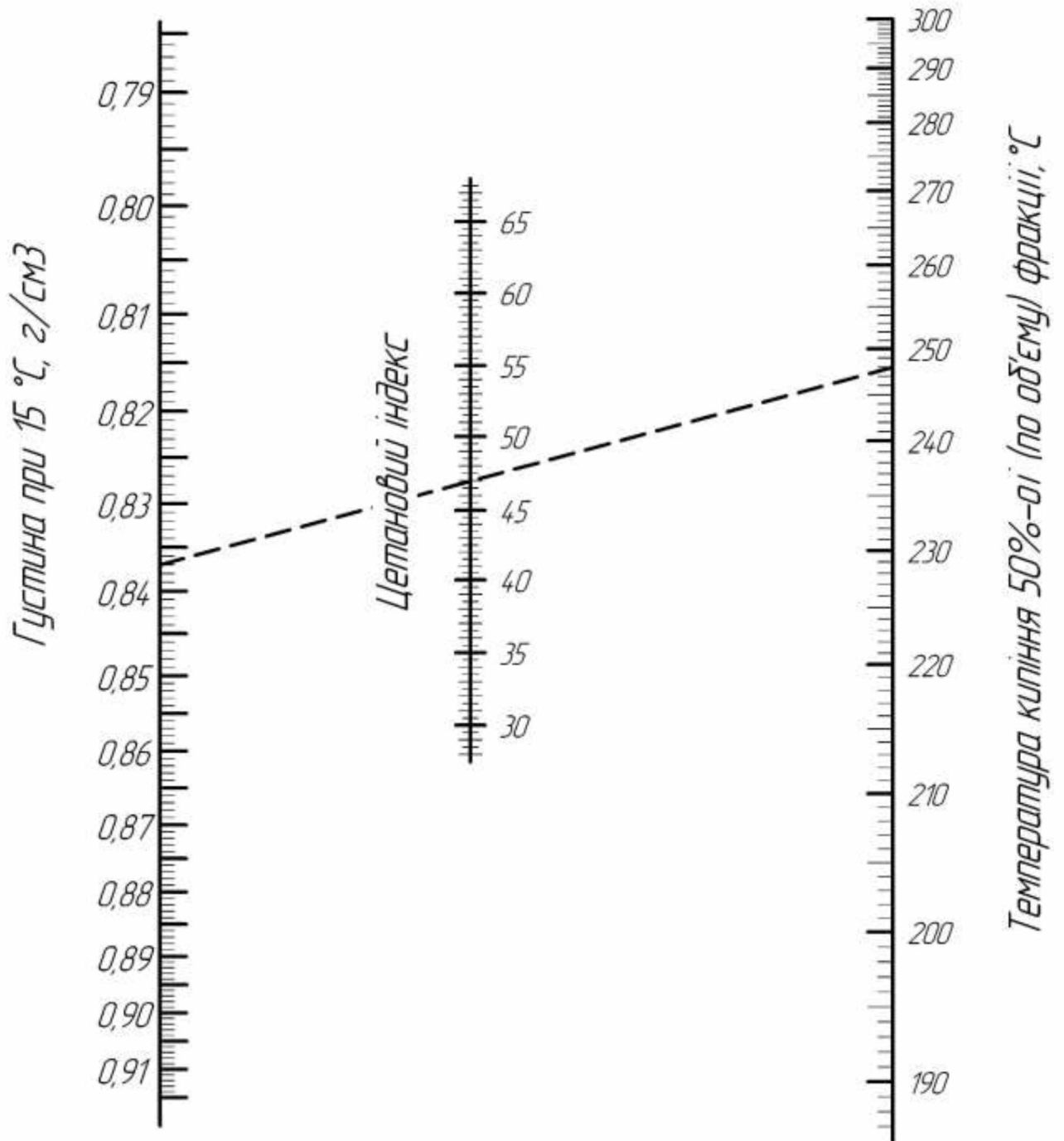


Рис. 3.2. Номограма визначення цетанового числа дизельного палива

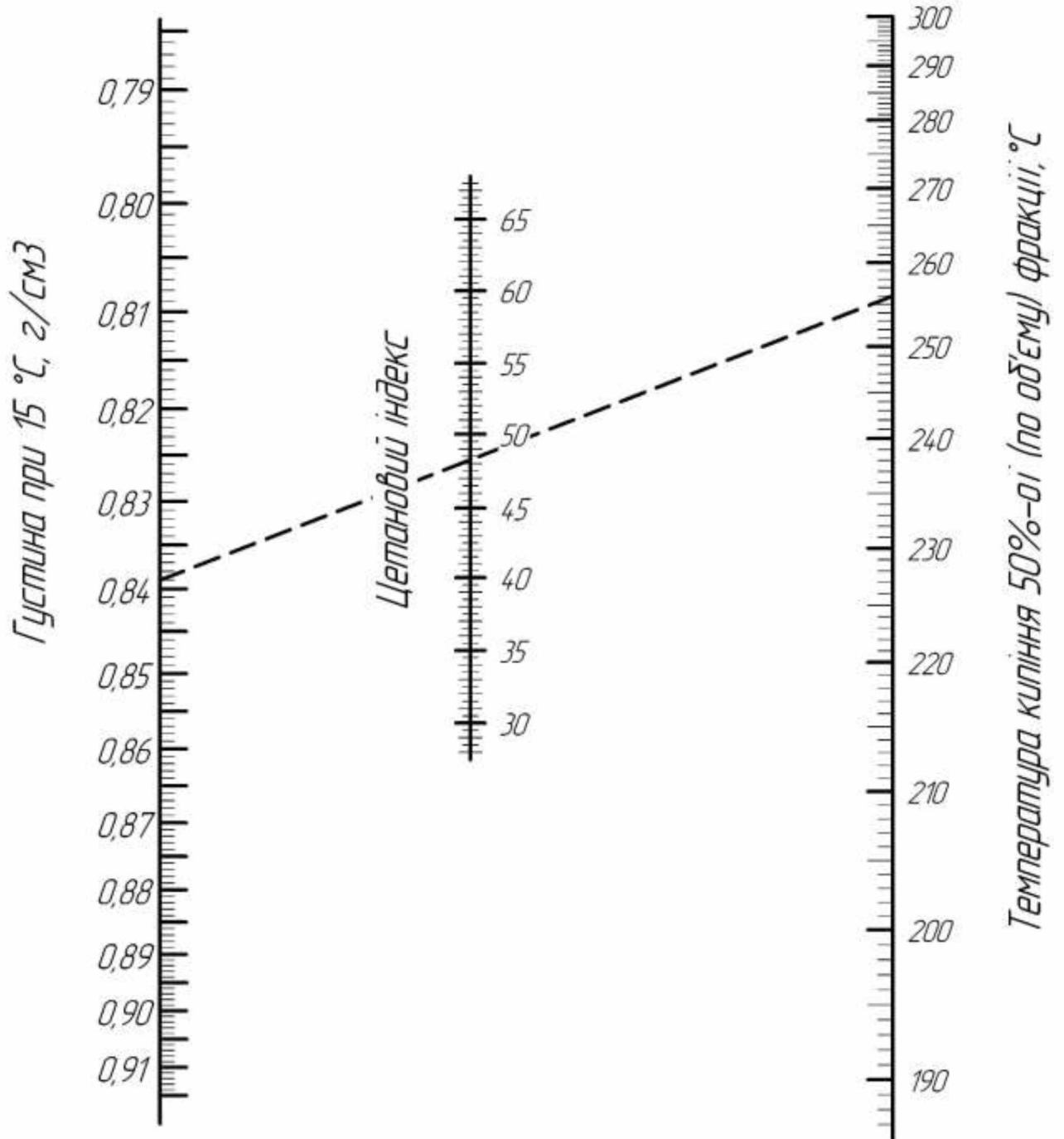


Рис. 3.3. Номограма визначення цетанового числа суміші ДП 80% + РМЕ 20%

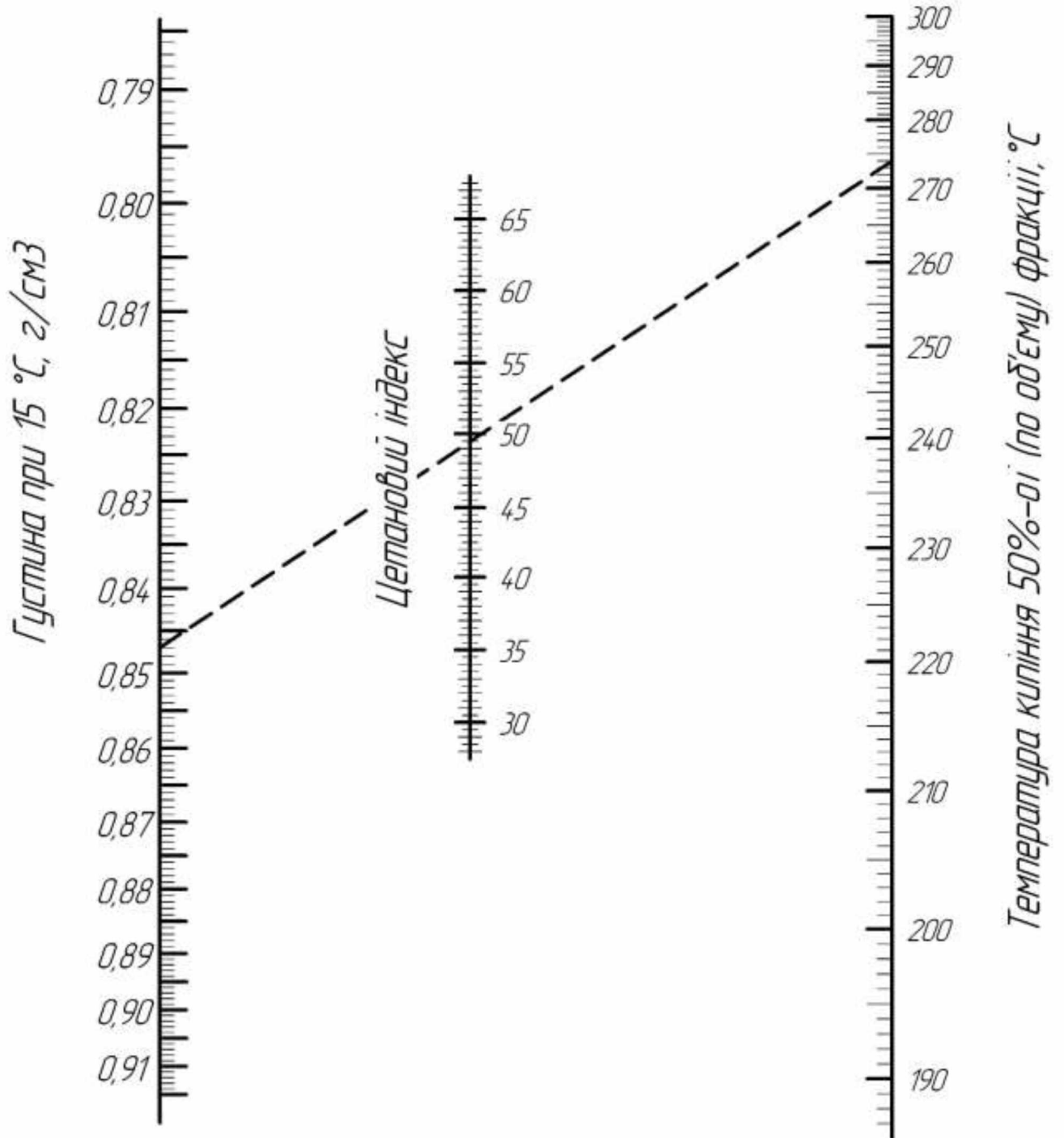


Рис. 3.4. Номограма визначення цетанового числа суміші ДП 60% + РМЕ 40%

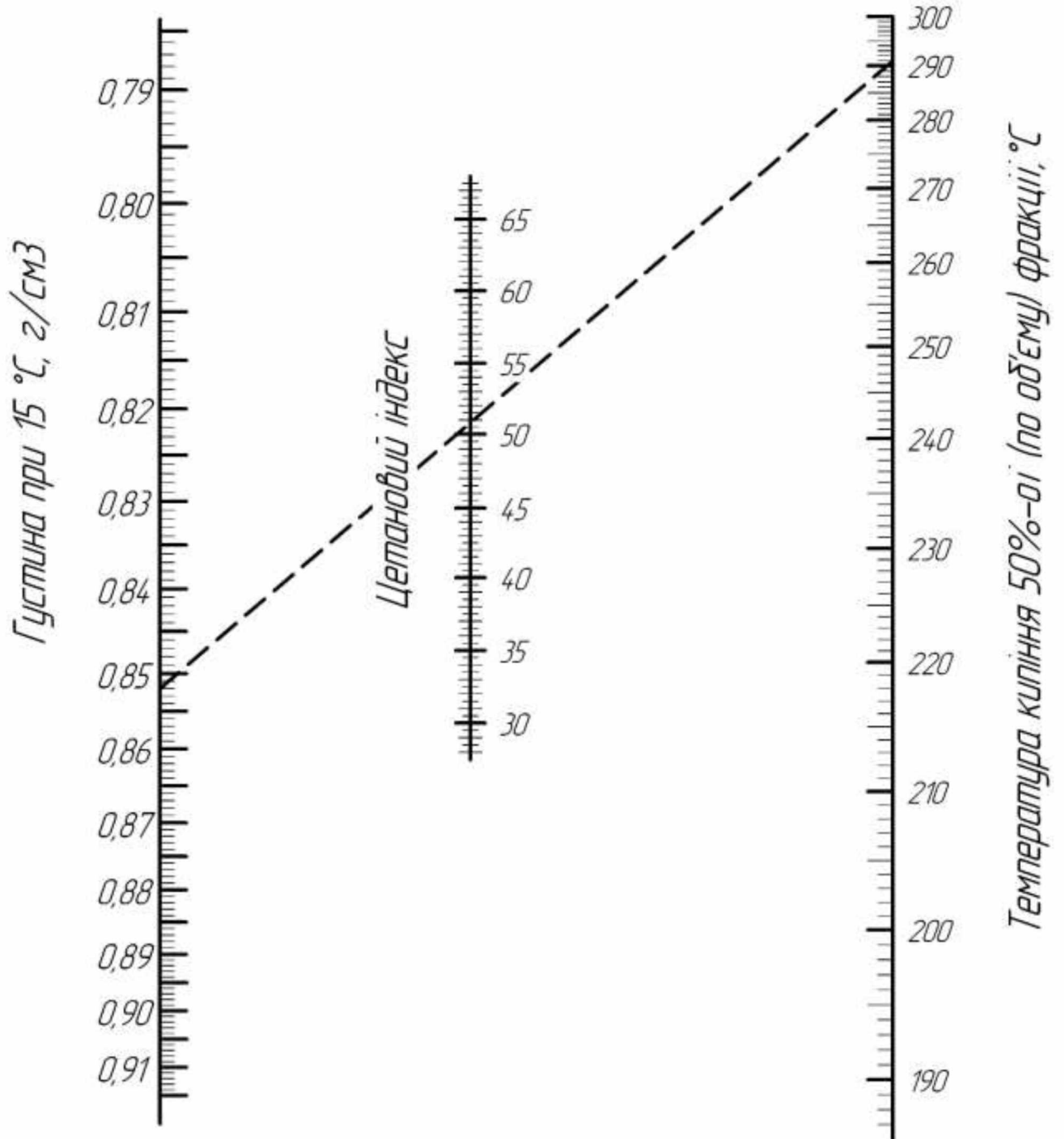


Рис. 3.5. Номограма визначення цетанового числа суміші ДП 50% + РМЕ 50%

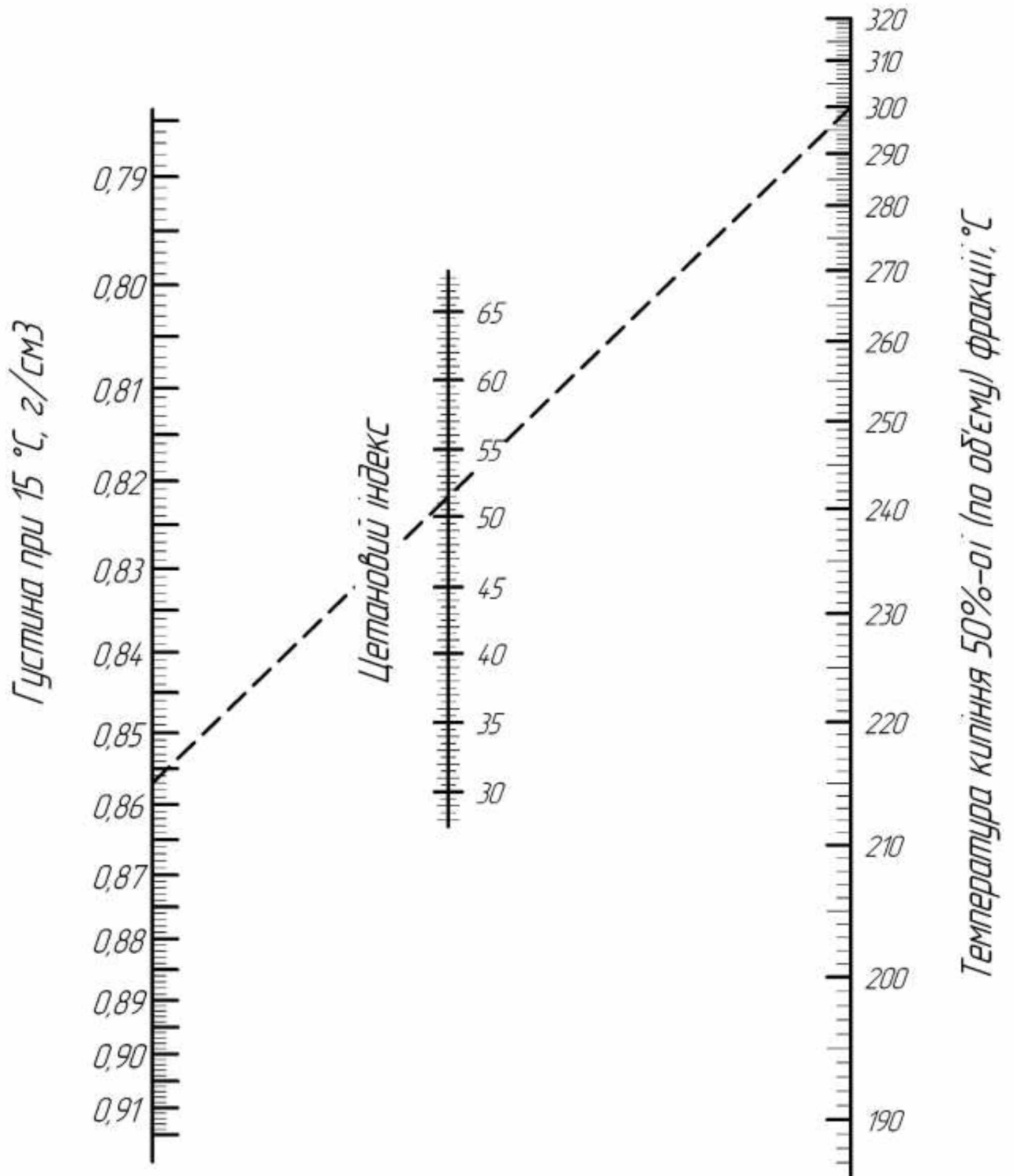


Рис. 3.6. Номограма визначення цетанового числа суміші ДП 40% + РМЕ 60%

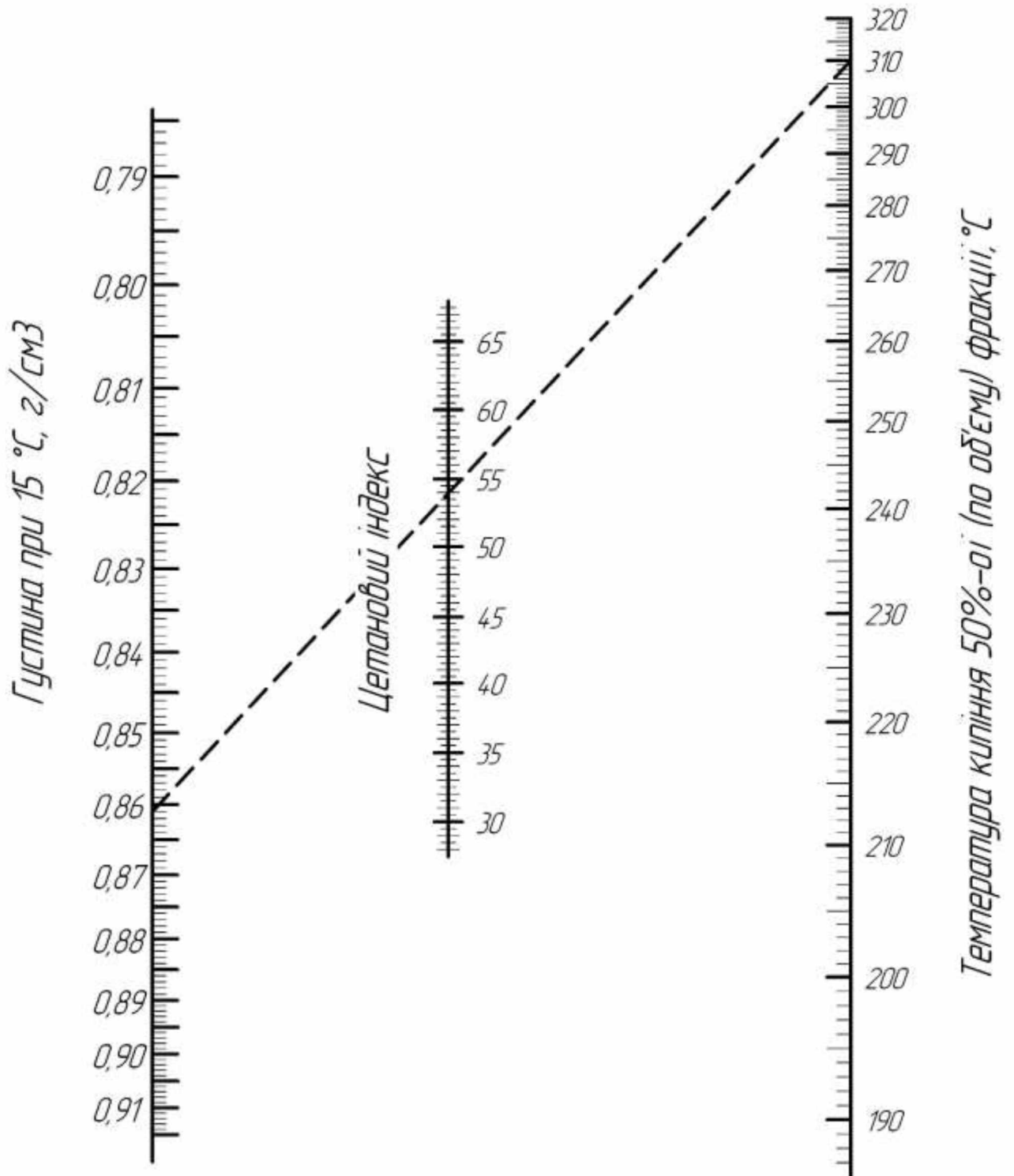


Рис. 3.7. Номограма визначення цетанового числа суміші ДП 20% + РМЕ 80%

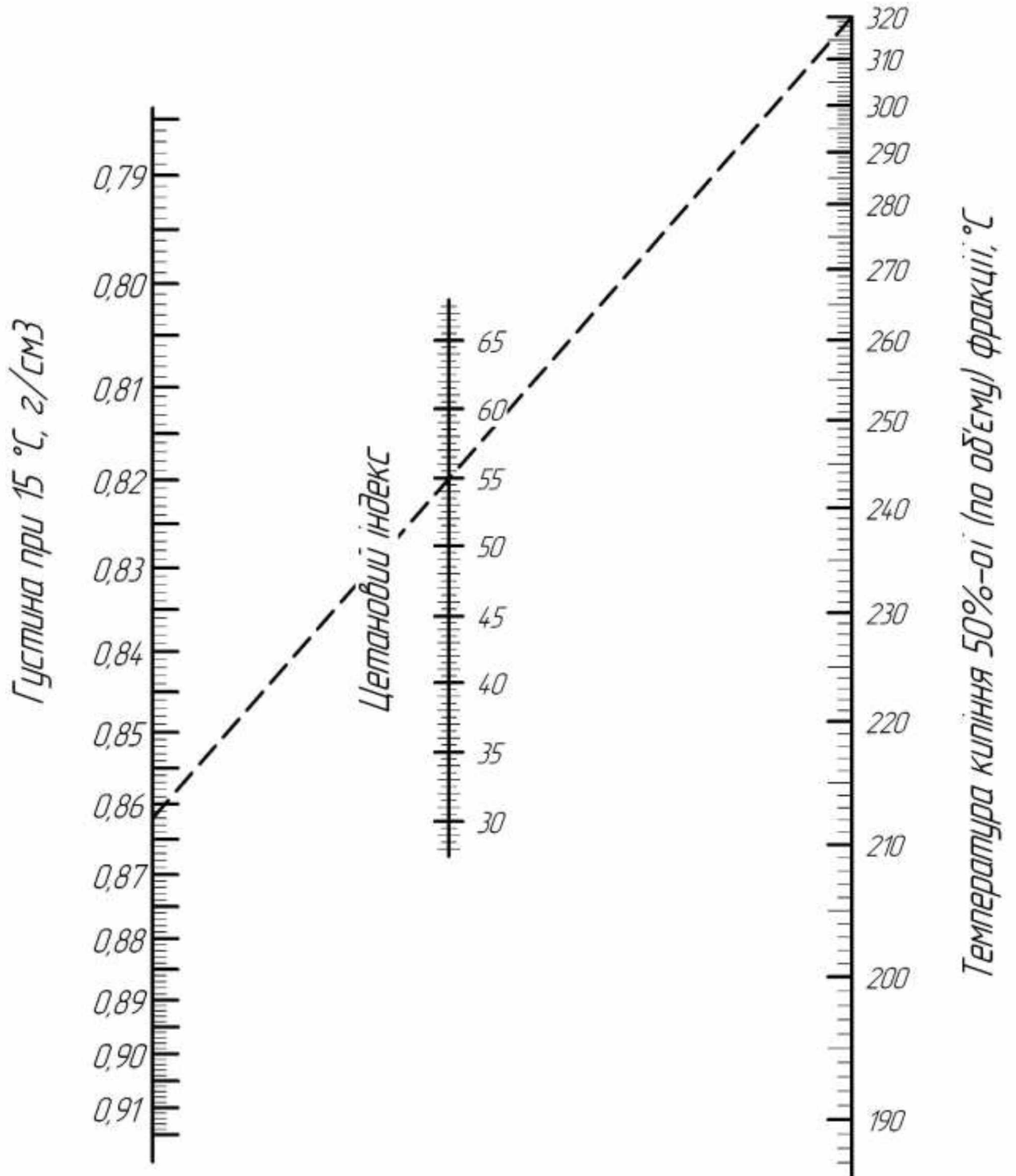


Рис. 3.8. Номограма визначення цетанового числа РМЕ

Також проводимо розрахунок цетанового числа по формулі (2.1).

ДП

$$\begin{aligned} \ddot{O}E = 454,74 - 1641,416 \cdot 0,837 + 774,74 \cdot 0,837^2 - 0,554 \cdot 248 + \\ + 97,803(\lg 248)^2 = 46,83. \end{aligned}$$

ДП 80% + РМЕ 20%

$$\begin{aligned} ЦИ = 454,74 - 1641,416 \cdot 0,8391 + 774,74 \cdot 0,8391^2 - 0,554 \cdot 256 + \\ + 97,803 \cdot (\lg 256)^2 = 48,34. \end{aligned}$$

ДП 60% + РМЕ 40%

$$\begin{aligned} \ddot{O}E = 454,74 - 1641,416 \cdot 0,847 + 774,74 \cdot 0,847^2 - 0,554 \cdot 274 + \\ + 97,803(\lg 274)^2 = 49,68. \end{aligned}$$

ДП 50% + РМЕ 50%

$$\begin{aligned} \ddot{O}E = 454,74 - 1641,416 \cdot 0,852 + 774,74 \cdot 0,852^2 - 0,554 \cdot 291 + \\ + 97,803(\lg 291)^2 = 51,17. \end{aligned}$$

ДП 40% + РМЕ 60%

$$\begin{aligned} \ddot{O}E = 454,74 - 1641,416 \cdot 0,857 + 774,74 \cdot 0,857^2 - 0,554 \cdot 300 + \\ + 97,803(\lg 300)^2 = 51,99. \end{aligned}$$

ДП 20% + РМЕ 80%

$$\begin{aligned} \ddot{O}E = 454,74 - 1641,416 \cdot 0,861 + 774,74 \cdot 0,861^2 - 0,554 \cdot 310 + \\ + 97,803(\lg 310)^2 = 54,12. \end{aligned}$$

РМЕ

$$\begin{aligned} \ddot{O}E = 454,74 - 1641,416 \cdot 0,862 + 774,74 \cdot 0,862^2 - 0,554 \cdot 320,5 + \\ + 97,803(\lg 320,5)^2 = 56,07. \end{aligned}$$

Результати визначень цетанового числа зводимо в таблицю 3.4. і будемо графік 3.9.

Таблиця 4.4 – Результати визначень цетанового числа дизельного палива, метилового ефіру ріпакової олії (PME) та їх сумішей

Показник	Варіанти						
	ДП	ДП80%+ PME20%	ДП60%+ PME40%	ДП50%+ PME50%	ДП40%+ PME60%	ДП20%+ PME80%	PME
Цетанове число по номограмі	47	48,5	49,5	50,75	51,5	54	55
Цетанове число по формулі	46,83	48,34	49,68	51,17	51,99	54,12	56,07

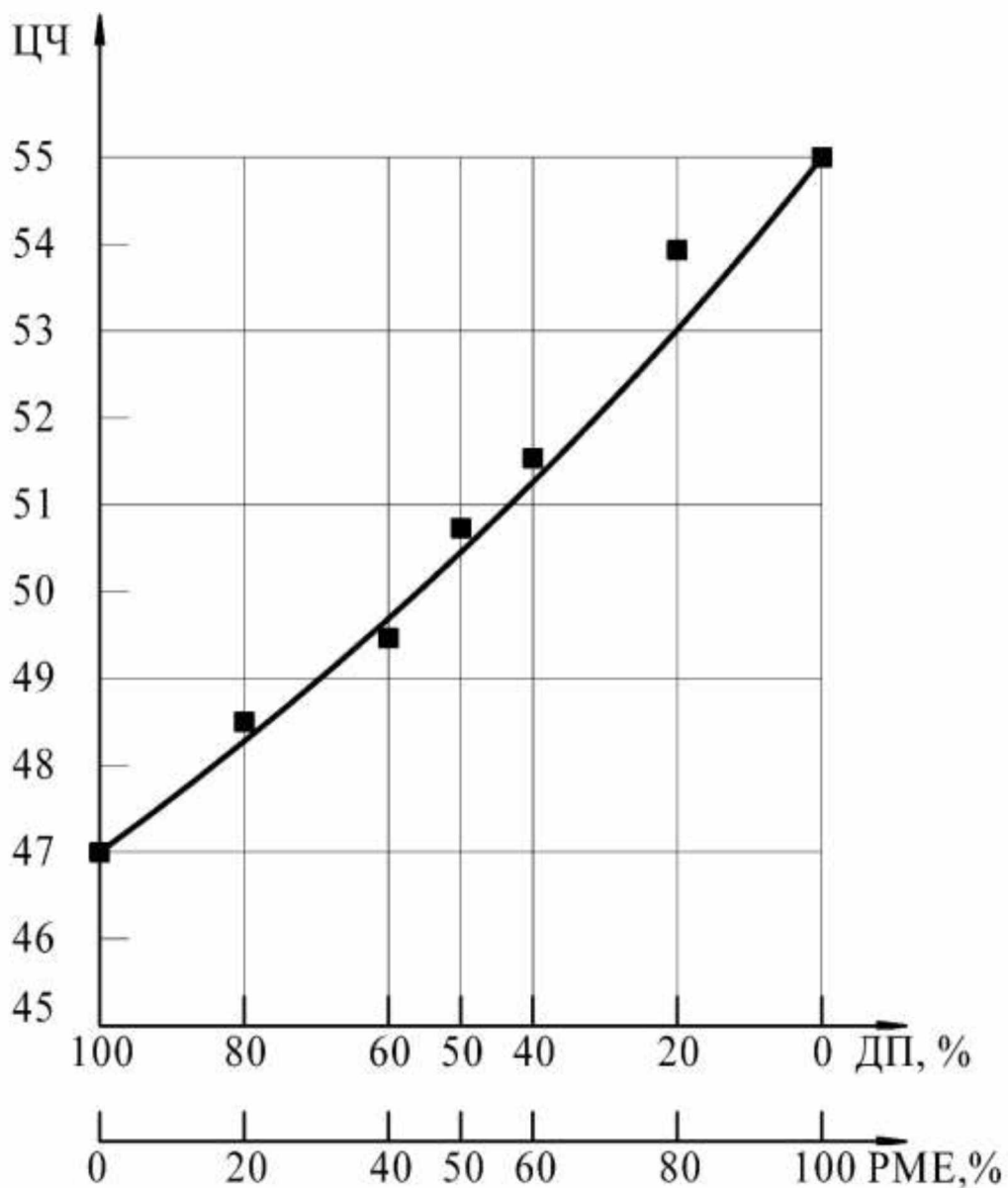


Рис. 3.9. Цетанові числа дизельного палива, метилового ефіру ріпакової олії (PME) та їх сумішей

4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Екологічна експертиза

25 червня 1991 року Верховна Рада України прийняла Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища». Законом передбачено обов'язковість екологічних звітів у процесі законодавчої, господарської, адміністративної та іншої екологічно значимої діяльності, а також документації для розробки нових пристроїв, технологій, матеріалів тощо.

Закон України «Про екологічну експертизу» прийнятий 9 лютого 1995 року Верховною Радою.

Охорона довкілля, раціональне використання природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки, життєдіяльності людини - невід'ємна частина суспільного розвитку України. З цією метою в Україні реалізується екологічна політика, спрямована на збереження безпечного середовища для живої та неживої природи, захист життя та здоров'я від небезпечних наслідків забруднення, охорону та раціональне використання природних ресурсів. Екологічна експертиза в Україні - вид науково-практичної діяльності спеціально уповноважених державних органів, екологічних експертних об'єднань та громадських об'єднань, заснований на міжгалузевих екологічних дослідженнях, аналізі та оцінці передпроектних, проектних та інших матеріалів та об'єктів, реалізації та операції, що визначають стан довкілля і можуть негативно впливати або впливати на здоров'я людей, і має на меті зробити висновки про відповідність планованої або здійснюваної діяльності нормам і вимогам природоохоронного законодавства, раціональне використання та відтворення природних ресурсів, екологічне безпеки.

Завданням Закону про екологічну оцінку є регулювання роботи суспільних відносин у сфері екологічної оцінки з метою гарантування екологічної без-

пеки, охорони навколишнього середовища, раціонального використання та відтворення природних ресурсів, захисту екологічних прав та інтересів громадян і стан.

Метою екологічних звітів є запобігання негативному впливу антропогенної діяльності на навколишнє середовище та здоров'я людей, а також оцінка рівня екологічної безпеки господарської діяльності та екологічної ситуації на окремих територіях та об'єктах. Основним завданням екологічних звітів є визначення рівня екологічного ризику та безпеки запланованої або здійснюваної діяльності; Організація комплексної, науково обґрунтованої оцінки екологічних звітів; Визначення відповідності об'єктів екологічної експертизи вимогам екологічного законодавства, гігієнічним нормам, будівельним нормам і правилам; Оцінка впливу екологічних звітів на стан довкілля, здоров'я людей та якість природних ресурсів.; Оцінка ефективності, повноти, обґрунтованості та доцільності заходів щодо охорони навколишнього середовища та здоров'я людей; Створення об'єктивних та обґрунтованих висновків з екологічних звітів.

Основними принципами екологічної експертизи є: забезпечення безпечного середовища для життя і здоров'я людей; Зважування екологічних, економічних, медико-біологічних та соціальних інтересів та врахування громадської думки; наукова обґрунтованість, незалежність, об'єктивність, комплексність, варіативність, публічність; екологічна безпека, територіально-економічна доцільність реалізації об'єктів екологічного дослідження, планованої або здійснюваної діяльності; державне регулювання; Законність.

В Україні проводяться державні, громадські та інші екологічні обстеження.

Висновки державного екологічного звіту є обов'язковими для виконання. При прийнятті рішення про подальше виконання екологічного звіту висновки державного екологічного звіту враховуються поряд з іншими видами державного звіту.

Результати державних та інших екологічних досліджень рекомендовані та

можуть бути враховані при проведенні державного екологічного дослідження та при прийнятті рішень про подальшу реалізацію екологічного об'єкта дослідження.

З метою покращення якості повітря необхідно вжити заходів для зменшення валових викидів від транспортних засобів більш ніж на 40 відсотків, щоб уникнути викидів свинцю. З цією метою плануються такі основні заходи:

- удосконалення положень у правовій системі, що стимулюють здійснення природоохоронних заходів;

- Оснащення нових легкових автомобілів ефективними системами та пристроями для зниження викидів (каталітична нейтралізація, пускові та підігрівальні машини, системи паровідділу палива);

- Збільшення парку автомобілів та автобусів, що працюють на газоподібному паливі; Припинення виробництва та використання етилового бензину; Виробництво паливно-мастильних матеріалів, що зменшують негативний вплив двигунів внутрішнього згоряння на навколишнє середовище;

- Розробка та впровадження нових типів двигунів внутрішнього згоряння з високими економічними властивостями, розробка нових видів екологічно чистих транспортних засобів з використанням альтернативних джерел енергії; ;

Для вирішення екологічних проблем у дорожньому русі необхідно:

- забезпечити першочерговий розвиток громадського транспорту з електроприводом у містах загального користування України з подальшим скороченням автобусного руху;

- запровадити суворіші екологічні стандарти при розробці нових моделей транспортних засобів і двигунів;

- Розробка та впровадження системи сертифікації транспортних засобів та двигунів щодо екологічної безпеки та контролю відповідності сертифікатам;

- Розробка комплексу технологій, методів і технічних засобів оцінки екологічної безпеки автотранспортних засобів під час їх експлуатації; ;

- Розробка ряду технологій і технічних засобів для оцінки та захисту на-

вколишнього середовища від забруднення на виробничих площах автомобільних компаній.

4.2 Охорона праці

4.2.1 Значення охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях

Немає повністю нешкідливих і нешкідливих виробництв, особливо в сільському господарстві, де працівники піддаються впливу небезпечних і шкідливих факторів, таких як рухомі машини та механізми, незахищені рухомі частини стаціонарного обладнання, висока концентрація забруднюючих речовин у повітрі робочої зони, контакт з пацієнтами. Тварини та забруднена сировина. Тому завданням охорони праці в агрохолдингах є мінімізувати ймовірність нещасних випадків та професійних захворювань працівників і водночас створити комфортні умови праці з максимальною продуктивністю [36].

Законодавство про охорону праці складається із Закону України «Про охорону праці». Кодекс законів про працю України та інші нормативно-правові акти.

Закон України "Про охорону праці" від 14 жовтня 1992 р. визначає основні положення конституційного права громадян на охорону життя і здоров'я на виробництві, регулює відносини між власниками підприємств, установ і організацій або уповноваженими ними органами та охороною. сил, охорони праці та умов праці та створює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, а також лікувально-профілактичних заходів і засобів для підтримки здоров'я і працездатності людини. Поняття охорони праці включає всі заходи, які спеціально спрямовані на створення особливо легких умов праці для жінок і неповнолітніх, а також працівників з інвалідністю.

Законодавча база містить також Закони України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань, які спричинили втрату працездатності», «Про охорону здоров'я», «Про протипожежну охорону», «Про забезпечення санітарно-епідеміологічного благополуччя населення», населення», «Про використання ядерної енергії та для радіаційного захисту», «Про дорожній рух», «Про загальнообов'язкове соціальне страхування у зв'язку з тимчасовою втратою працездатності та витрат у зв'язку з народженням та похованням», вони доповнені держ. міжгалузеві та галузеві нормативні закони - стандарти, інструкції, правила, Норми, нормативні акти, закони та інші документи, які визнані такими, що мають силу правових норм, обов'язкових для виконання всіма установами та працівниками України.

Відповідно до Закону про охорону праці власник підприємства зобов'язаний створити умови праці в кожному структурному підрозділі та на робочому місці відповідно до нормативно-правових актів та забезпечити дотримання прав працівників, гарантованих Законом про охорону праці. , що входить до складу компанії в цілому, найважливіші виробничо-технічні послуги. Охорона парку та аварійна безпека в умовах сільськогосподарського виробництва є важливим завданням, вирішення якого забезпечить нормальні умови праці працівників сільського господарства. Це заходи щодо подальшого покращення та покращення умов праці, комплексного впровадження сучасних заходів безпеки, усунення причин травматизму, створення необхідних санітарно-гігієнічних умов на виробництві.

Охорона праці в нашій країні включає заходи щодо подальшого поліпшення умов праці шляхом механізації важких і шкідливих виробничих процесів, широкого впровадження сучасного обладнання промислової безпеки, усунення причин нещасних випадків і професійних захворювань працівників. Це тісно пов'язане з умовами праці.

Умови праці характеризуються оціночними показниками мікроклімату, наявністю шкідливих і небезпечних виробничих факторів у робочій зоні, психофізичними та естетичними елементами господарства [37].

Умови праці на виробництві диференціюються за фактичним рівнем факторів виробничого середовища в порівнянні з гігієнічними нормами, правилами, санітарними нормами, а також з урахуванням їх можливого шкідливого впливу на здоров'я працівників.

4.2.2 Вимоги безпеки при роботі з дизельним паливом

Клас небезпеки дизельне паливо за ГОСТ 12.1.007:

- Інгаляція-4 (речовини низького ризику);
- при ковтанні-4 (речовини з низьким ризиком);
- при нанесенні на шкіру-4 (речовини низького ризику),

Дизельне паливо має слабку інгаляційну дію, викликає незначне подразнення очей і шкіри, має слабку алергічну дію, має слабкі кумулятивні властивості (сукупний коефіцієнт 4,9). Дизельне паливо надає на організм наркотичну дію.

Температура самозаймання мазків від дизельного палива л-300°C, мазків від с-310°C

Клас небезпеки та горючі властивості визначаються при введенні палива у виробництво.

Гранично допустима концентрація парів палива в повітрі робочої зони становить 300 мг / м³.

При контакті з паливом

- на шкірі потрібно протерти продукт серветкою, промити забруднене місце водою з милом;
- негайно промити слизову оболонку очей великою кількістю води;

- у шлунок, викликаючи блювоту, промивання шлунка та госпіталізація потерпілого.

Контроль повітря робочої зони при роботі з паливом проводять на наявність пари аліфатичних граничних вуглеводнів C1-C10 по відношенню до вуглецю (ГДК = 300 мг/м³ за ГОСТ 12.1.005).

За ГОСТ 12.1.044 дизельне паливо (зимове для локомотивів і суднових дизельних і газових турбін, літнє і зимове для дизеля загального призначення) - легкозаймиста рідина; Дизельне паливо (літнє для локомотивів і суднових дизельних і газових турбін) — легкозаймиста рідина. Температурні межі поширення полум'я для палива: Марки: Літній нижній 69 °С, верхній 119 °С; Зима нижня 82 °С, верхня 105 °С.

Вибухонебезпечна концентрація парів палива в суміші з повітрям становить 2—3 об. %.

Для запалювання дизельного палива використовуються такі вогнегасники: порошкові вогнегасники водяна піна, клас В і АВС (універсальні) розпилюються; для об'ємного гасіння - вуглекислий, вогнегасний порошок класу В і АВС та аерозольні вогнегасні засоби.

Якщо паливо пролилося в приміщенні, його необхідно зібрати в окрему ємність, протерти сухою ганчіркою, яка поміщається в спеціальний металевий ящик, а потім спалити відповідно до вимог СанПіН № 3183.

У разі аварійної ситуації, коли в приміщенні відбувається розлив палива, необхідно використовувати протигази марок А і БКФ за ГОСТ 12.4.121.

У разі розливу палива на відкритій місцевості засипте місце розливу піском, а потім приберіть його на сміттєзвалище відповідно до вимог СанПіН № 3183.

Паливо, яке прийшло в непридатність, використовується як добавка до котельного палива.

При роботі з паливом необхідно використовувати засоби індивідуального захисту, передбачені типовими галузевими нормами, затвердженими в установленому порядку: костюми за ГОСТ 12.4.112 або ГОСТ 12.4.111, черевики за ГОСТ 1.2.4. 137, рукавички за ГОСТ 12.4.010, окуляри захисні ДТ за ГОСТ 12.4.013, фартухи за ГОСТ 12.4.029.

Приміщення, в яких використовуються паливо, повинні мати припливно-втяжне повітря відповідно до СНиП 2.04.05 і ГОСТ 12.4.021, водопостачання та водовідведення по СНиП 2.04.01, освітлення штучне по СНиП Н-4-. 79, опалення по СНиП 2.04.05, вода питна по ГОСТ 2874.

Перед входом на майданчик необхідно прикріпити знаки безпеки за ГОСТ 12.4.026.

Кислоти, кисневі балони та інші окислювачі не можна зберігати в паливних сховищах.

Усі пристрої та комунікації повинні бути захищені від статичної електрики захистом за ГОСТ 12.4.124.

Забороняється працювати з відкритим вогнем у приміщеннях, де проводяться технологічні роботи з паливом.

При відкриванні тари забороняється використовувати інструменти, що виділяють іскри при ударах.

З метою усунення забруднення повітря з робочих місць має бути забезпечена герметичність резервуарів, обладнання, пристроїв зв'язку та відбору проб згідно СНиП № 1042, затверджених у встановленому порядку.

Персонал, який працює з паливом, повинен проходити первинний та періодичний медичний огляд відповідно до «Положення про порядок медоглядів окремих категорій працівників», встановленого наказом МОЗ України від 31.03.1994 № 45.

4.2.3 Аналіз умов виникнення і розвитку аварій в лабораторії по дослідженню дизельних палив

Для визначення об'єктів з високим ризиком для небезпечних речовин за їх властивостями належать такі категорії речовин:

1. Займисті рідини з температурою спалаху 61 градус або менше. С у закритому тиглі або температура спалаху дорівнює або менше 66 °С у відкритому тиглі (займисті рідини за ГОСТ 12.1.044-89);

2. легкозаймисті рідини, перегріті під тиском, легкозаймисті рідини за ГОСТ 12.1.044-89, що знаходяться в апаратах, резервуарах або трубопроводах під тиском при температурі, що перевищує температуру кипіння при атмосферному тиску в 1,25 рази і більше.

Якщо рідина являє собою суміш легкозаймистих рідин, то температуру кипіння при атмосферному тиску вважають рівною температурі кипіння половини маси рідини. Якщо інформація про цю температуру відсутня, то температурою кипіння вважається температура на початку кипіння суміші (фракції).

Розрахована максимальна температура приймається згідно з правилами, інструкціями з експлуатації або іншими технічними документами. Коли планується блокування.

Схема побудови сценаріїв виникнення та розвитку аварій у лабораторії з дослідження паливно-мастильних матеріалів наведена на рис. 4.1.

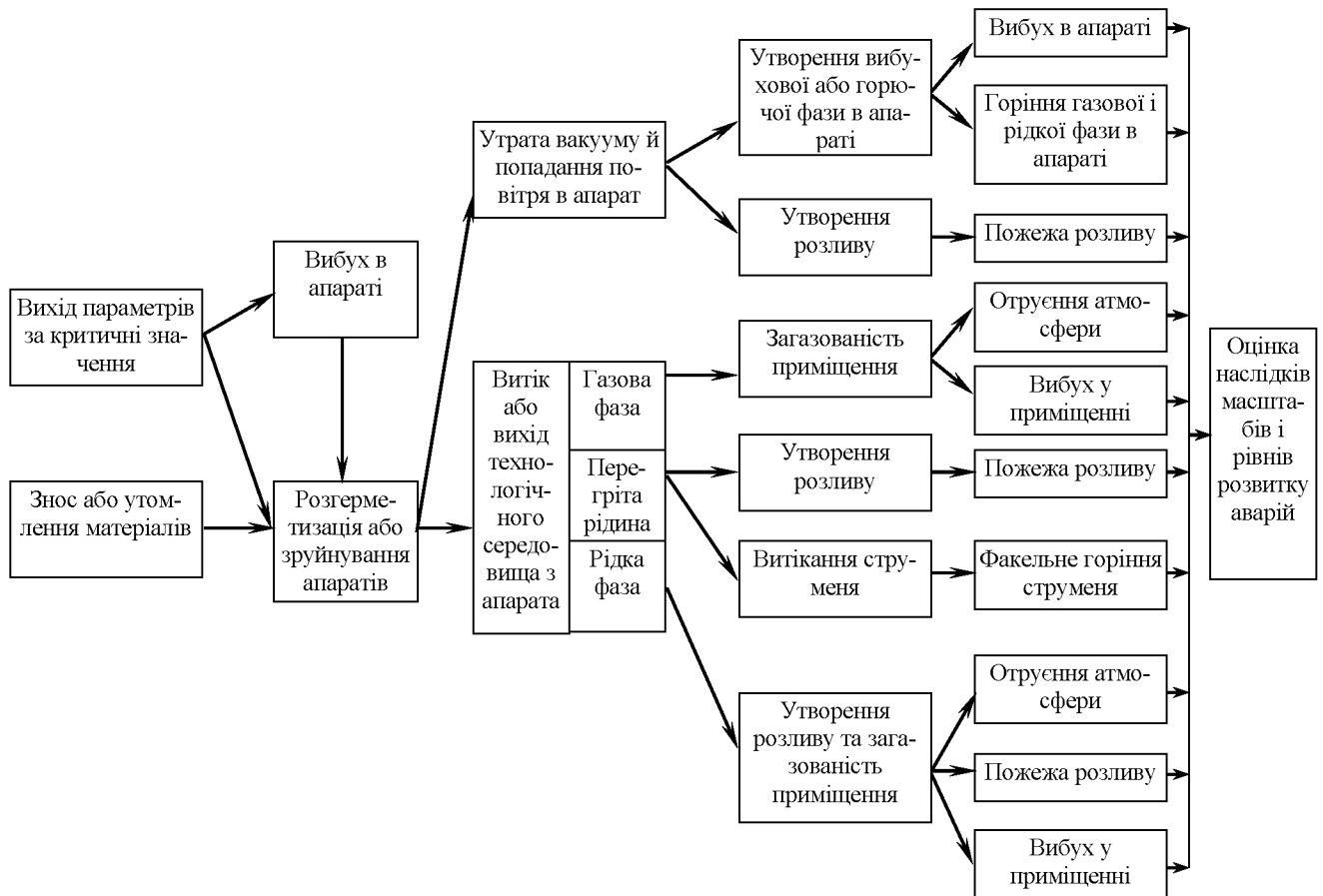


Рисунок 4.1 – Схема побудови сценаріїв виникнення й розвитку аварій в лабораторії по дослідженню паливно-мастильних матеріалів

Розробка інженерно-технічних заходів, спрямованих на забезпечення безпечного функціонування потенційно-небезпечних ситуацій, захист виробничого персоналу та населення у разі виникнення аварій, надзвичайних ситуацій представлена в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Типова схема постадійного аналізу умов виникнення і розвитку аварій

Найменування стадії розвитку аварійної ситуації (аварії)	Основні принципи аналізу умов виникнення (переходу на іншу стадію) аварійної ситуації (аварії) та її наслідків	Способи і засоби попередження, локалізації аварії
1	2	3
Утворення вибухонебезпечного середовища в апараті (установка для визначення фракційного складу)	Аналіз вибухопожежонебезпечних властивостей речовин під тиском і при температурі технологічних процесів; оцінка можливості й умов утворення вибухонебезпечного середовища	Флегматизація вибухонебезпечної технологічної суміші інертними газами, введення інгібіторів; зміна складу технологічного середовища, температури і тиску процесу, способу введення реагентів до апарата
Наявність джерел запалювання в апаратурі та поза устаткув. (установка для визначення температури спалаху)	Аналіз вибухопожежонебезпечних характеристик речовин під тиском і при температурі технологічних процесів; оцінка можливості й умов утворення джерел запалювання в середині апаратів	Скорочення часу перебування технологічного середовища в апараті, заземлення устаткування, застосування засобів відводу й нейтралізації статичної електрики
Вибух в апаратурі (установка для визначення фракційного складу)	Наявність постійних і випадкових джерел запалювання та їх характеристики у порівнянні з температурою самозаймання й мінімальною енергією запалювання. Наявність вибухонебезпечної суміші	Виключення джерел запалювання, застосування засобів контролю і регулювання щодо запобігання утворенню вибухонебезпечної суміші
Зруйнування апаратури (установка для визначення)	Аналіз кількісних енергетичних характеристик вибуху (надлишковий тиск, швидкість наростання тиску) й порівняння їх із характеристиками міцності апаратури.	Оснащення запобіжними пристроями, автоматичними

Продовж. табл. 4.1

1	2	3
фракційного складу)	Наявність засобів захисту устаткування від зруйнування при вибуху (запобіжні клапани, вибухові мембрани, відсікачі і т. ін.)	системами придушення вибуху, підвищення характеристик міцності апаратури
Викид продукту з апаратури (установка для визначення температури спалаху)	Визначення маси викинутого продукту, його складу, агрегатного стану, фізико-хімічних, вибухонебезпечних і токсичних властивостей. Перевірка стану міжблочних засобів, які перекривають надходження в апаратуру прямих і зворотних потоків технологічного середовища та теплоносіїв; їх відповідність вимогам нормативних документів; перевірка швидкодії вимикальних засобів; перевірка навичок обслуговуючого персоналу щодо приведення в дію блокувальних засобів. Оцінка можливості виникнення вибухонебезпечних паро-, пило-газоповітряних сумішей, розміру площі розливу рідини	Блокування аварійної апаратури, обмеження площі розливу рідкої фази та її відведення в закриті системи, злив рідкої фази з апаратури в аварійну ємність. Скидання газової фази на факел (закриту систему, установку нейтралізації). Виведення людей з небезпечної зони
Розгерметизація апаратури (установка для визначення фракційного складу)	Перевірка відповідності устаткування, трубопроводів, запірної арматури, запобіжних і ущільнюючих пристроїв і т. ін. вимогам нормативів (проекту, регламентам); оцінка технічного стану апаратури (якість зварних з'єднань, складання роз'ємних з'єднань, ступінь зносу і т. ін.); оцінка порядку й повноти діагностичного контролю, ефективності планово-запобіжних ремонтів і т. ін.	Розвиток бази діагностування і дефектоскопії устаткування; вдосконалення системи планово-запобіжного ремонту; заміна морально застарілого, зношеного й не відповідного нормативам устаткування
Виникнення пожежі (лабораторія по дослідженню паливно-мастильних матеріалів)	Оцінка й аналіз: можливих масштабів пожежі (площа, кількість горючих продуктів, склад продуктів згорання, в т. ч. неповного); наявності й ефективності засобів гасіння пожежі; вміння персоналу діяти при ліквідації осередку займання; оперативності й оснащення ДПЧ; наявності і характеристик джерел запалювання	Виключення джерел запалювання; оснащення ефективними засобами гасіння пожежі, засобами сигналізації і зв'язку; дії персоналу і спецпідрозділів щодо рятування людей, гасіння пожежі
Перегрів устаткування з ЛЗР, ГР і	Наявність ємкісного устаткування з горючими продуктами в зоні можливого поширення пожежі (розлив продуктів).	Винос ємкісного устаткування з зони можливого поширення

Продовж. табл. 4.1

1	2	3
зрідженими газами при пожежі з наст. вибухом	Наявність і ефективність систем аварійного спорожнення та скиду на факел (свічу), систем зрошення (охолодження), екранів і т. ін.	пожежі. Оснащення його засобами аварійного спорожнення, скидання на факел, системами зрошення (охолодження); встановлення екранів і т. ін.

4.3 Техніко-економічна ефективність виробництва біопалива

Оцінимо, яка кількість МЕРМ (за умови використання його в чистому вигляді як дизельного палива) необхідна для обробки 5000 га землі протягом року. За оцінкою авторів, для обробки 1 га рілля протягом року потрібно близько 65 літрів МЕРМ. При етерифікації з 1 тонни рапсового масла і 110 літрів метанолу виходить 1 тонна МЕРМ і близько 100 кг гліцерину. При врожайності рапсу 18 ц/га і отриманні з 1 т насіння близько 340 кг масла з одного гектара можна одержати 600 кг масла (600 кг МЕРМ), що дозволить забезпечити паливом обробку 10 га рілля. Таким чином, для повної обробки 5000 га рілля протягом одного року достатньо засадити рапсом 10% наявної землі. І це за умови, що одержуваний МЕРМ використовується як 100% дизельне паливо. Якщо ж використовуватиметься суміш: дизельне паливо - МЕРМ в співвідношенні 70:30, то площа, що засівається рапсом, зменшиться до 3,4%.

Отже, для обробки 5000 га рілля потрібно близько 300 тонн 100% МЕРМ, що вимагає для кооперативу фермерів однієї установки по виробництву біодизеля в кількості 1 т/добу. Якщо розглядати виробництво біодизеля в умовах замкнутого циклу (кооператив фермерів), то собівартість палива буде дуже малою.

Основні витрати: покупка установки для отримання біодизеля (разові витрати), покупка елітного насіння, покупка метанолу (з розрахунку 110 літрів на 1 тону рапсового масла за ціною 1040 грн./тонна), покупка добрив, електроенергія. Доходи (крім біодизеля): брикетірована рапсова солома (6-7 тонн/га) -

як паливо, високоякісний шрот, гліцерин (9 грн./кг), продаж надлишків біодизеля і насіння рапсу.

Розрахунки приводяться по базовому комплекту біодизельної фабрики продуктивністю 1 200 л/добу на базі чеського (прес Farmer L200), польського (естерифікатор W-400 BIOPRESS), і українського (комунікації, фільтр, місткості і ін.) устаткування. Фабрика діє на агропідприємстві холдингу Порцелак в с. Остапівка Лубенського району.

Таблиця 4.2. – Розрахунок економічної ефективності

Показник	Одиниці виміру	Значення
Вихідні дані:		
Річний обсяг виробництва біопалива	л.	300000
Собівартість сировини – ріпак, соняшник, гірчиця	грн/т	8000
Ринкова собівартість макухи	грн/т	5000
Ринкова собівартість мінерального палива (на 12.09.2019 р.)	грн/л	31,0
Вихід продукції з однієї тонни сировини (по ріпаку)		
макуха	кг.	600
біодизель	л.	318
гліцерин	кг.	77
Витрати на 1000 літрів біопалива:		
Хімічні реактиви (метанол, КаОН)	грн	460,0
Електроенергія	грн	90,0
Зарплата персоналу (з нарахуваннями)	грн	300,0
Додатково (транспорт, госп.потреби та ін.)	грн	80,0
Вартість сировини (800 x 3,143)	грн	2510,0
Всього:	грн	3440,0
Всього на один літр палива:	грн	3,44
Доходи:		
Макуха (0,600 x 3,143 x 500)	грн	940
на один літр палива:	грн	0,94
Собівартість одного літра біодизеля	грн	27,40
Річний прибуток ((31,0 - 27,40) x 300 000):	грн	1 080 000

Приведені розрахунки не враховують значної економії на транспортних витратах, а також використання гліцерину, як палива, добрива або для продажу.

ВИСНОВКИ

1. Експлуатаційні властивості рідкого біопалива мають свої особливості. Воно абсолютно змішується з дизельним паливом. Ускладнений запуск двигуна виникає при температурі нижче $+ 5^{\circ}\text{C}$. Економічна ефективність біопалива в умовах нашої країни потребує комплексного врахування всіх прямих і побічних продуктів при його виробництві. Щорічне виробництво ріпаку в Україні складає близько 300 тис. т. Цю кількість насіння можна розглядати як потенційний сировинний обсяг для початку виробництва близько 100 тис. т біопалива.

2. Різниця між нафтовим паливом і біопаливом складає 25 кг/м^3 . При їх змішування між собою і тривалому зберіганні відбудеться розшарування.

3. По мірі зменшення кількісного вмісту дизельного палива в суміші, температура перегонки 50 % палива зростає, а значить погіршуються пускові властивості і прийомистість, що негативно вплине на продуктивність транспортного агрегату.

4. Метиллові ефіри ріпакової олії відмічаються хорошим самозагорянням, оскільки їх цетанове число досягає 55, тоді як цей показник традиційного дизельного палива складає 47.

5. Як заходи щодо оптимізації необхідно запровадити і дослідити наступні етапи: зміна кута випередження впорскування палива, підвищення температури палива, збільшення тиску початку впорскування палива, збільшення ефективного прохідного переріза розпилувача і зміна конструкції розпилувача. При переході на ріпакову олію необхідно: збільшити кут випередження паливоподачі на $2-3^{\circ}$, забезпечити температуру ріпакової олії в системі живлення дизеля рівної $40-45^{\circ}\text{C}$, збільшити тиск подачі палива (для існуючої системи до 20 МПа), застосовувати розпилувачі із збільшеним на 10% ефективним прохідним перерізом і розпилувачі спеціальної конструкції.