

ШИФР «ДВИГУН»

**ТЕМА РОБОТИ: АНАЛІЗ ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ
ПОКАЗНИКІВ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ НА
БІОЕТАНОЛЬНИХ СУМІШАХ У ГІРСЬКИХ УМОВАХ**

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	3
ВСТУП.....	5
1. АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ.....	6
2. ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	7
ВИСНОВКИ.....	14
ЛІТЕРАТУРА.....	15

АНОТАЦІЯ

Дефіцит моторних палив нафтового походження і негативний вплив відпрацьованих газів на довкілля, вимагає пошуку альтернативних видів палив і дослідження техніко-експлуатаційних показників роботи двигунів на них.

Оскільки запаси нафти є вичерпними, тому гостро постає проблема заміни нафтового палива на альтернативні, одним з яких є біопалива.

Перед промисловістю поставлено завдання розроблення і випуск нових, економічно вигідних і більш екологічно чистих палив. Країни Європейського Союзу, впроваджуючи біопаливні технології, переслідують декілька цілей: ліквідація залежності від імпорту нафти, запобігання глобальному потеплінню, виконання зобов'язань за Кіотським протоколом щодо викидів діоксиду вуглецю в атмосферу.

Провідними країнами щодо виробництва біопалив є США, Бразилія, Німеччина, Іспанія, Франція, Швеція, Польща. Дослідження робочого циклу двигунів внутрішнього згорання на біопаливах, в тому числі і сумішах біоетанолу досліджено в багатьох роботах, але аналіз техніко-експлуатаційних показників роботи двигунів на таких паливах в гірських умовах розглянуто недостатньо.

В даній роботі проведено аналіз роботи двигунів внутрішнього згорання на сумішах біоетанолу і стандартного палива в пропорціях: 100% бензину, 75% бензину + 25% біоетанолу, 25% бензину + 75% біоетанолу, 100% біоетанол.

Мета роботи – дослідити як змінюється ефективна потужність і питома ефективна витрата двигунів внутрішнього згорання при роботі на стандартному паливі і сумішах на різних висотах (0,1000м, 2000м, 3000м) експлуатації автомобілів.

Розрахунки проводилися для двигуна ЗМЗ-513.10. Перевірка результатів дослідження на висотах 1000-1500м проводилась на дорогах Косівського району Івано-Франківської області.

Так як теплота згорання сумішей стандартного бензину з біоетанолом відрізняється від теплоти згорання стандартного бензину потужність дещо зростає, особливо на великих обертах, але суттєво зростає і ефективна питома витрата пального (від 9% на суміші 75% бензин + 25% біоетанолу і до 34% на суміші 25% бензину + 75% біоетанолу).

Дана робота буде служити основою для подальших досліджень, за рахунок яких внутрішніх чинників двигунів внутрішнього згорання можуть бути досягнуті кращі показники (коефіцієнт наповнення, коефіцієнт залишкових газів, індикаторні ефективні тиски, тощо).

Ключові слова: біопаливо, біоетанол, дослідження, мазут, двигун внутрішнього згорання, гірські умови, ефективна потужність, питома ефективна витрата палива, технічні характеристики, аналітичні розрахунки.

ВСТУП

Швидкі темпи розвитку науки і техніки вимагали від людства винайдення якісного палива, яке належним чином забезпечувало б роботу нових механізмів. При цьому, як не дивно, спочатку більш перспективним здавалося саме біопаливо, яке використовували багато відомих винахідників і промисловців, і тільки низькі ціни на нафту витіснили його. Постійне збільшення кількості рухомого складу автомобільного транспорту призводить до підвищення об'ємів споживання палива. Оскільки запаси нафти є вичерпними, то гостро постає проблема заміни нафтового палива на альтернативні, одними з яких є біопалива. На сьогодні розроблено безліч методів зниження витрати палива і забруднення атмосфери викидами автомобільних двигунів. Перед світовою промисловістю постало завдання, розроблення та налагодження випуску нових економічно вигідних і екологічно чистих палив.

1. АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

Світовими лідерами з використання рідкого біопалива є Бразилія, США і країни ЄС. Щоб не залежати від імпорту нафти, Бразилія використовує етанол з дешевої цукрової тростини. У США, щоб підтримати аграрний сектор усередині країни, та, одночасно, поліпшити стан навколишнього середовища – поширюється етанол з кукурудзи.

Європейський Союз, впроваджуючи біопаливні технології, переслідує відразу кілька цілей: ліквідація залежності від імпорту нафти, запобігання глобальному потеплінню, виконання зобов'язань за Кіотським протоколом щодо викидів діоксиду вуглецю в атмосферу, а також розвиток аграрного сектора.

Провідними країнами з виробництва біоетанолу в ЄС являються Німеччина, Іспанія, Франція, Швеція, Італія, Польща. На вимогу європейського співтовариства до 2020 року 20% вмісту кожного бензобака повинен становити спирт.

Питання аналізу робочого циклу карбюраторного двигуна, який працює в високогірних умовах досліджується в роботах А. П. Муслінова (Киргизія), В. А. Орлова, В. І. Глазунова (м. Львів, Україна). Оцінку ефективності додавання спиртових сполук до бензинів досліджував професор Ю. Ф. Гутаревич (м. Київ, Україна). Але питання аналізу техніко-експлуатаційних показників роботи карбюраторних двигунів у гірських умовах при використанні біоетанолу розглянуто не повністю.

2. ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Біопаливо – це паливо, яке отримують, як правило, з біологічної сировини (стебла цукрової тростини, картоплі, пшениці, топінамбуру, кукурудзи). Можуть також використовуватися целюлоза і різні типи органічних відходів. Біопаливо поділяють на тверде (дрова, солома), рідке (етанол, метанол, біодизель), і газоподібне (біогаз, водень). Для двигунів внутрішнього згоряння використовують рідке та газоподібне біопаливо.

Рідке паливо вважається кращим за газоподібне не тільки через більш об'ємну теплоту згоряння, але й тому, що воно є найбільш сумісним з існуючими системами живлення в двигунах.

Біоетанол може використовуватись самостійно або в суміші зі звичайним бензином. Для позначення палива, що містить біоетанол, застосовується літера «Е» від англійського Ethanol. Порівняльні характеристики етанолу і бензину наведені в табл. 1.

Важливою перевагою двигунів, які працюють на біоетанолі, є їх висока детонаційна стійкість (детонація – латинське detonate – гриміти) – поширення полум'я з великою швидкістю, близькою до швидкості звука в даному середовищі.

Таблиця 1

Порівняльні характеристики етанолу і бензину

Показник	Базовий бензин	Етиловий спирт
Хімічна формула	C_5-C_{10}	C_2H_5OH
Молярна маса, кг/кмоль	95-115	46,04
Елемент, % мас.:		
карбон	84-86	52,2
гідроген	12-15	13,2
оксиген	0	34,78
Густина при 20°C, кг/м ³	725-780	789,3
Температура кипіння, °C	30-215	78,4
Температура застигання, °C	-60	-114,1
Теплота, кДж/кг:		
випаровування	284-306	839,3

згорання	43500	26945
Тиск насичених парів при 38°C, кПа	≤79,9	15,9
В'язкість, мм ² /с (при 20°C)	0,37-0,44	1,19
Електропровідність, ом/см ²	1·10 ⁻¹⁴	1,35·10 ⁻⁹
Температура самозаймання, °С	253-370	423
Межі займистості, об. %:		
нижня	1,4	4,3
верхня	7,6	19,0
Стехіометричне відношення – повітря:паливо	(14,7-15,5):1	9,0
Розчинність у воді при 20 °С, %	нерозчинний	необмежено
Октанове число:		
за дослідницьким методом	92-98	108
за моторним методом	82-87	92

Суттєве підвищення якості роботи двигуна при використанні біоетанольного моторного палива досягається за рахунок додавання до нього вуглеводневої фракції (п.к. - 60°C) - алканів C₄-C₆, що значно підвищує тиск насичених парів. Багатофункціональність дії біоетанольного моторного палива ґрунтується на наступних принципах:

1) максимальна енергетична дія палива при оптимальному вмісті складових сполук досягнута за рахунок синергетичного посилення їх дії проміжними органічними сполуками класу органічних амінів та їх похідних;

2) висока ефективність і низька вартість біоетанольного моторного палива забезпечує максимальну рентабельність при виробництві екологічно чистих палив;

3) пари етанолу розсіюються швидше, ніж пари бензину;

4) етанол менш токсичний, ніж бензин, не містить канцерогенних речовин;

5) пари етанолу менш вогнебезпечні, ніж пари бензину, через більш високу температуру самозаймання;

6) октанові числа етанолу вищі, ніж бензину.

Аналітичні розрахунки техніко-експлуатаційних показників роботи бензинового двигуна ЗМЗ 513.10 проводили при його роботі на бензиновому паливі, біоетанолі та суміші бензинового палива з 25% та 75% біоетанолу. Склад бензинового палива, біоетанолу і їх сумішей наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Хімічний склад бензину, біоетанолу і їх сумішей

Паливо	Елементний склад, масові частки		
	С	Н	О
Бензин	0,855	0,145	0
75% бензину + 25% етанолу	0,772	0,141	0,087
25% бензину + 75% етанолу	0,605	0,134	0,261
Етанол	0,522	0,130	0,348

Аналіз сучасних закордонних та вітчизняних досліджень показує, що існує така залежність між зміною атмосферного тиску та температури із висотою над рівнем моря табл. 3.

Таблиця 3

Основні показники довкілля залежно від висоти над рівнем моря

Висота, м	Атмосферний тиск, кПа	Температура, °С
0	101,3	20
1000	89,9	13,5
2000	79,5	7
3000	70,1	0,5

Дослідити вплив окремих параметрів навколишнього середовища (атмосферний тиск, температура навколишнього середовища, вологість повітря та ін.) у гірських районах на роботу двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ), основні динамічні, техніко-експлуатаційні та екологічні показники важко. Всі ці параметри впливають на роботу ДВЗ по-різному, а тому виникає необхідність провести аналітичні розрахунки з метою виявлення величини цього впливу та напрямок зміни основних динамічних, техніко-експлуатаційних та екологічних показників роботи автомобілів у гірських умовах на біоетанольному паливі.

Якщо відомий елементарний склад палива, тоді теплоту згоряння рідкого і твердого палива визначають за формулою Менделєєва:

$$\text{- вищу: } Q_e = 339C + 1256H - 109(O - S); \quad (1)$$

$$\text{- нижчу: } Q_n = Q_e - 25,12(9H + W), \text{ МДж/кг}, \quad (2)$$

де C, H, S, O, W -вміст у паливі відповідних елементів та вологи, % мас.

Основними техніко-експлуатаційними показниками автомобільних двигунів є ефективна потужність N_e та питома ефективна витрата палива g_e .

Ефективна потужність – це потужність двигуна, що віддається робочій машині безпосередньо або через силову передачу. Вона визначається:

$$N_e = \frac{P_e \cdot V_h \cdot n \cdot i}{30 \cdot \tau}, \text{ кВт} \quad (3)$$

де P_e – ефективний тиск в циліндрі двигуна, Па;

V_h – робочий об'єм двигуна, м³;

n – оберти колінчастого вала двигуна, хв⁻¹;

i – кількість циліндрів;

τ – тактність двигуна.

Питома ефективна витрата палива:

$$g_e = \frac{3600}{Q_n \cdot \eta_e}, \frac{\text{г}}{\text{кВт} \cdot \text{год}} \quad (4)$$

де η_e – ефективний ККД двигуна.

В результаті аналітичних досліджень отримано значення зміни потужності двигуна N_e та питомої ефективної витрати палива g_e , від частоти обертання колінчастого вала двигуна n . Результати аналітичних розрахунків техніко-експлуатаційних показників двигуна ЗМЗ-513.10 при роботі на етанолі та його сумішах з бензином наведені на рисунках 1-8.

Підсумковий аналітичний аналіз роботи підведемо при експлуатації двигуна (автомобіля) на висоті 1000 м. Натурні дослідження проводилися на маршрутних автобусах ПАЗ ПрАТ «Західавтотранс». При експлуатації автомобілям на висоті 1000 м. над рівнем моря ці показники будуть наступними:

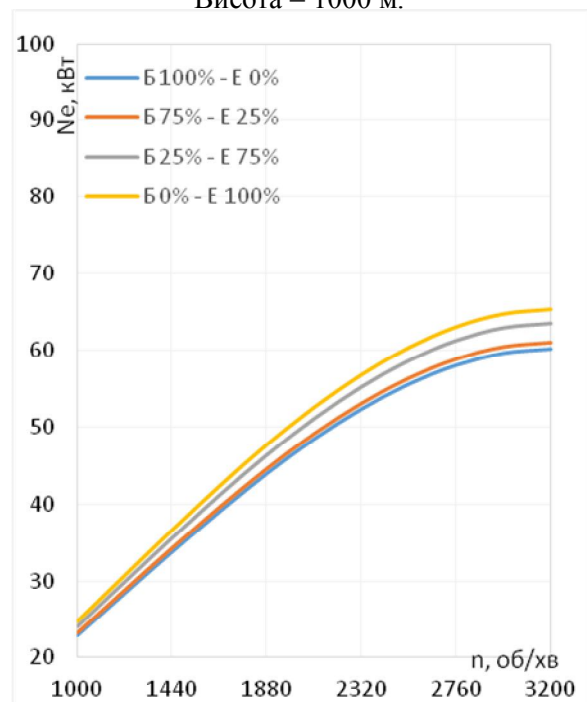
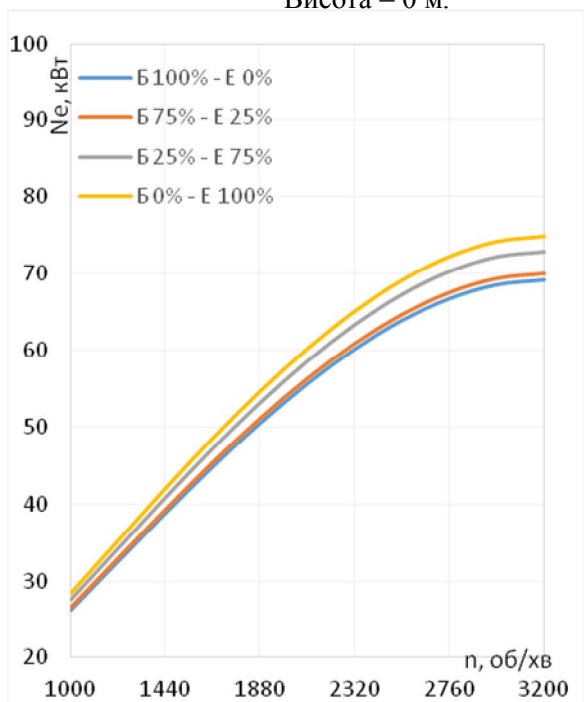
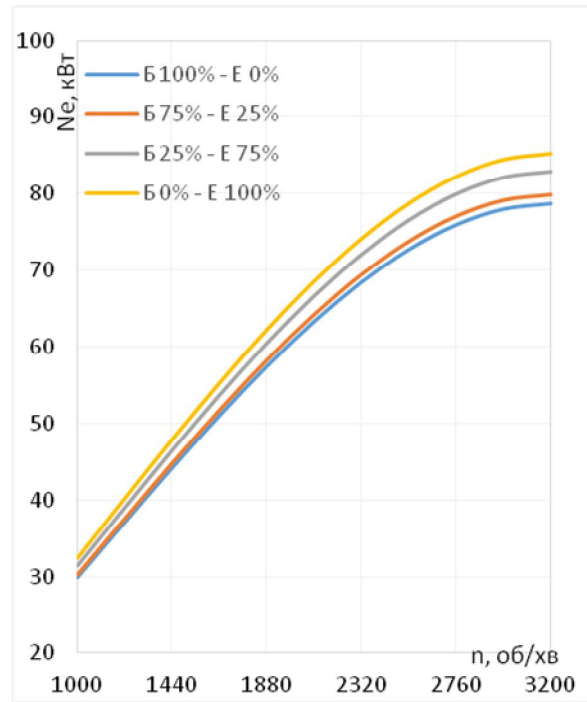
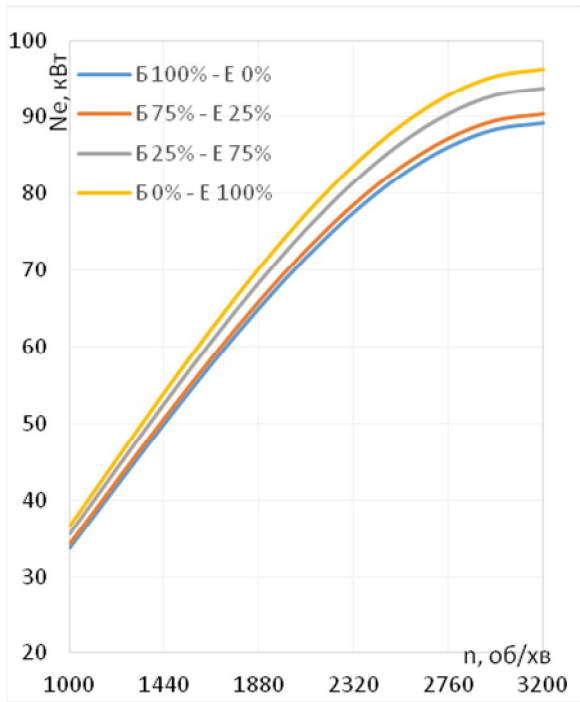
1. Потужність двигуна з використанням чистого бензину – 78.767 кВт., з використанням суміші бензин 75% + етанолу 25% – 79.844 кВт., приріст на 1.367 %. Суміш бензин 25% + етанолу 75% – 82.942 кВт., потужність зростає на 5.3 % у порівнянні з чистим бензином. Чистий етанол – 85.21 кВт., потужність зростає на 8.18 % у порівнянні з чистим бензином.

2. Питома витрата палива двигуна з використанням чистого бензину – 321.363 г/(кВт·год), з використанням суміші бензин 75% + етанолу 25% – 351.84 г/(кВт·год), при використанні цієї суміші питома витрата палива двигуна зростає на 9.484 % у порівнянні з чистим бензином. Суміш бензин 25% + етанолу 75% – 433.048 г/(кВт·год), питома витрата палива зростає на 34.754 % у порівнянні з чистим бензином. Суміш чистий етанол – 490.361 г/(кВт·год), питома витрата палива зростає на 52.588 % у порівнянні з чистим бензином.

3. Впровадження даної роботи проводилося на трьох приміських маршрутах, протяжністю від 18 до 50 км. на автобусах ПАЗ-672 ПрАТ «Західавтотранс» в листопаді-грудні 2019 року. Лінійна витрата пального без врахування зимових надбавок зросла відповідно на:

1 автобус - %

2 автобус - %



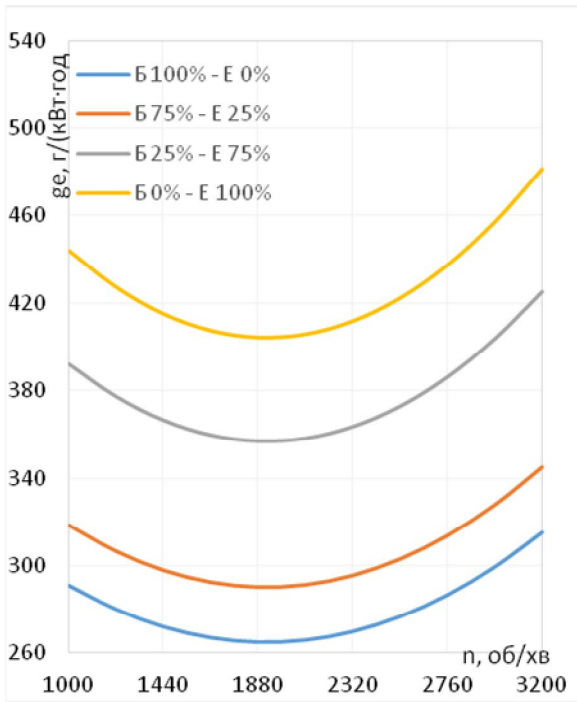


Рисунок 5 – Залежність питомої витрати паива від числа обертів двигуна.
Висота – 0 м.

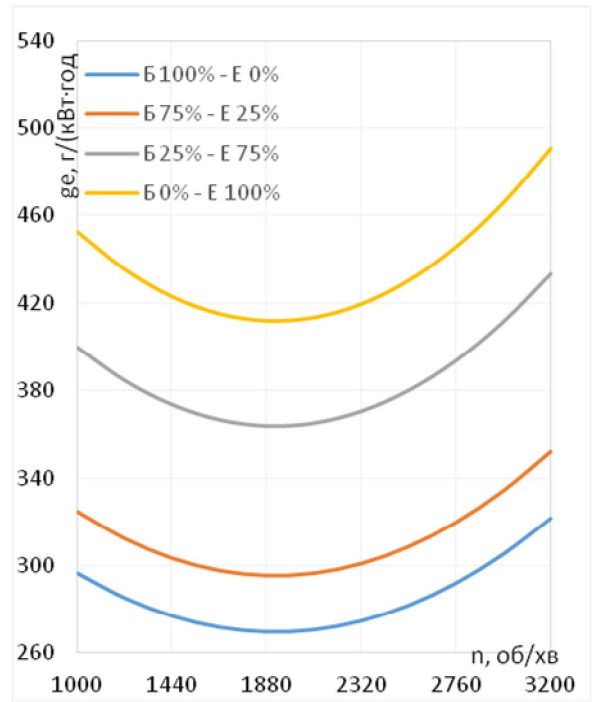


Рисунок 6 – Залежність питомої витрати паива від числа обертів двигуна.
Висота – 1000 м

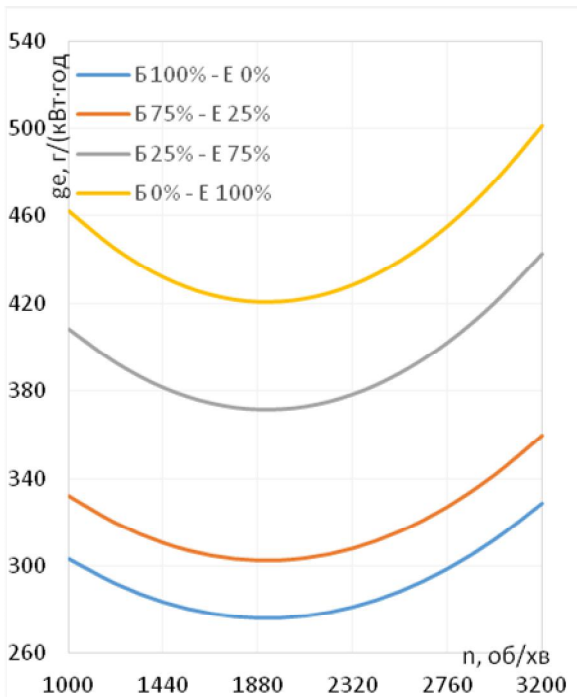


Рисунок 7 – Залежність питомої витрати паива від числа обертів двигуна.
Висота – 2000 м.

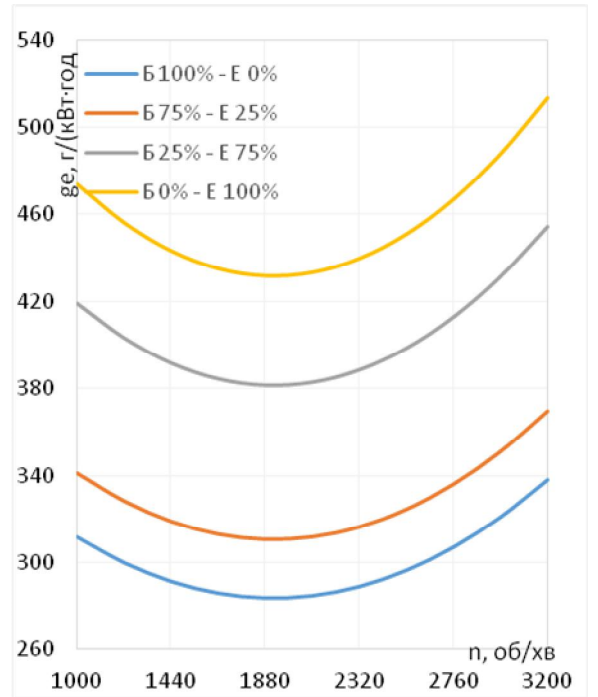


Рисунок 8 – Залежність питомої витрати паива від числа обертів двигуна.
Висота – 3000 м.

ВИСНОВКИ

Аналітичні розрахунки показують, що використання чистого біоетанолу та його сумішей з бензином суттєво впливають на потужність, що розвиває двигун, проте перехід на біопаливо та його суміші призведе до зростання годинної витрати палива та відповідно питомої ефективної витрати палива.

Збільшену витрату палива необхідно враховувати при плануванні роботи рухомого складу АТП а також при експлуатації автомобілів в гірських умовах. Використання біопалива (біоетанолу) дає можливість значно скоротити вміст шкідливих речовин у відпрацьованих газах. Якісними показниками є екологічність в Карпатах, оскільки Карпати є основним осередком туризму.

При експлуатації автомобіля на різних висотах, з різними консистенціями сумішей бензин-етанол показники роботи змінюються. Виникає зміна його потужності та питомої витрати палива.

Даний аналіз буде служити основою для подальших досліджень, за рахунок яких внутрішніх чинників двигунів внутрішнього згоряння при роботі в гірських умовах на сумішах біоетанолу і стандартних бензинах. Це зміна техніко-експлуатаційні показники коефіцієнт наповнення, коефіцієнт залишкових газів, характер протікання процесу згоряння, тощо.

ЛІТЕРАТУРА

- 1 ГОСТ 17299-78. Спирт этиловый технический.
- 2 Этиловый спирт / В.М.Стабников, П.М.Мальцев, І.М.Ройтер, Б.Д.Метюшов; під ред.. В.М.Стабникова. - К: Державне видавництво технічної літератури УРСР, 1959. -336с.
- 3 Калетник Г.М. Перспективи виробництва біоетанолу в Україні /Г.М. Калетник // Аграрна техніка та обладнання. - 2009. -№2. -С.50-55.
- 4 Про стан використання біодизеля та біоетанолу у світі та в Україні. Аналітична записка / [Електронний ресурс] / Экологические системы. Электронный журнал энергетической кампании ЭСКО. - 2009. -№6. - 19/03/2010 // Режим доступу до журналу: <http://esco-ecosys.narod.ru/2009/6/art026.htm>.
- 5 Святченко С.І. Економічні розрахунки витрат при виробництві біопалива // Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. - 2010.. №8. - С. 274-279.
- 6 Пурыгин П.П. Определение токсичности и антиоксидантной активности биомассы спиролины платенсис и лекарственных форм на её основе / Пурыгин П.П., Желонкин Ю.Л., Боронец Т.Ю. // Вестник СамГУ. Естественнонаучная серия. - 2007. - Т.56. - №6. -С.393 - 400.
- 7 Ethanol production from hexoses, pentoses, and dilute-acid hydrolyzate. / Sues A. [et al] // FEMS, 2005. - V.5. - P.669 - 676.