

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломного проекту

ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

**Удосконалення системи живлення тракторного дизеля Д-65Н
для роботи на біопаливі**

Виконав: студент 3 курсу, групи АІС-1-21 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Буглак Володимир Анатолійович

Керівник: _____ Бойко Владислав Борисович

Рецензент: _____

Дніпро – 2024

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ТСГМ

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Теслюк Г.В.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« ____ » _____ 2024 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ**

Буглаку Володимиру Анатолійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Удосконалення системи живлення тракторного дизеля Д-65Н для роботи на біопаливі

керівник роботи Бойко Владислав Борисович, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«6» травня 2024 року № 984

2. Строк подання студентом роботи 14.06.2024 р.

3. Вихідні дані до проекту Напряцювання науковців кафедри по переведенню тракторних дизелів для роботи на біологічному паливі. Довідкова інформація з літературних джерел та рекламних проспектів за обраною тематикою.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). 1. Аналіз господарської діяльності. 2. Технологічна частина. 3. Конструктивно-технологічні розрахунки. 4. Охорона праці та навколишнього середовища. 5. Техніко-економічна оцінка проекту. Висновки. Література.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Аналіз господарської діяльності (А1). 2. Об'єкт удосконалення (А1). 3. Аналіз схем підігріву рідин (А1). 4. Удосконалена система живлення двигуна Д-65Н (А1). 5. Теплообмінник (А1). 6. Корпус (А3). 7. Змійовик (А3). 8. Фланець (А3). 9. Болт-штуцер (А4). 10. Штуцер (А4). 11. Економічні показники проекту (А1).

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	Бойко В.Б., доцент		
нормоконтроль	Золотовська О.В., доцентка		

7. Дата видачі завдання: 6.05.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	6.05.24-10.05.24	
2	Технологічний	11.05.24-17.05.24	
3	Конструкційний	18.05.24-26.05.24	
4	Охорона праці	27.05.24- 29.05.24	
5	Економічний	30.05.24-1.06.24	
6	Графічна частина	2.06.24-13.06.24	

Студент

(підпис)

Буглак В.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Бойко В.Б.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Буглак В.А. Удосконалення системи живлення тракторного дизеля Д-65Н для роботи на біопаливі/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» – ДДАЕУ, Дніпро, 2024.

Кваліфікаційна робота присвячена удосконаленню системи живлення тракторного дизеля Д-65Н для роботи на біопаливі.

Удосконалена система живлення дозволяє реалізувати роботу дизеля на двох видах палива – дизелі нафтового походження або біопаливі рослинного походження.

В першому розділі проведено аналіз господарської діяльності в господарстві де буде проведено удосконалення системи живлення тракторного дизеля Д-65Н.

В другому розділі проведено аналіз систем живлення для роботи дизелів на біологічному паливі. За результатами проведеного аналізу розроблено конструктивну схему системи живлення тракторного дизеля для роботи на біопаливі.

В третьому розділі проведено основні конструктивні та технологічні розрахунки, елементів удосконаленої системи живлення дизеля для роботи на біопаливі.

Розглянуто питання з охорони праці при експлуатації тракторних дизелів, що працюють на біопаливі паливі.

Виконано економічне обґрунтування проведеного удосконалення системи живлення дизеля Д-65Н.

Ключові слова: біопаливо, система живлення дизеля, теплообмінник, годинна витрата палива, енергоефективність.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
Розділ 1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАНЬ	8
1.1. Характеристика підприємства	8
1.2. Структура земельних угідь господарства	11
1.3. Рівень механізації господарства	12
1.4. Економічна ефективність господарства	14
1.5. Аналіз використання біодизелів та актуальність теми кваліфікаційної роботи	16
1.6. Висновки	18
Розділ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	19
2.1. Об'єкт модернізації	19
2.2. Аналіз палив біологічного походження	23
2.3. Система живлення двигуна Д-65Н при роботі на біопаливі	25
2.4. Аналіз пристроїв підігріву палива в системі живлення	29
2.5. Висновки	32
Розділ 3. КОНСТРУКТИВНО-РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА	33
3.1. Система живлення двигуна Д-65Н при роботі на біологічному паливі	33
3.2. Розрахунок двигуна при роботі на біологічному паливі	35
3.2.1. Процес впуску	36
3.2.2. Процес стиску	37
3.2.3. Процес горіння	38
3.2.4. Процес розширення	41
3.2.5. Процес випуску	42
3.2.6. Побудова індикаторної діаграми в координатах P–V	44
3.3. Розрахунок та побудова швидкісної характеристики двигуна	45
3.4. Розробка конструкції та розрахунок системи підігріву біопалива	47

3.5 Висновки	51
Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	52
4.1 Охорона праці при виробництві біопалива	52
4.2 Забезпечення безпеки при зберіганні палива	53
4.3 Правила пожежної безпеки	55
4.4 Визначення необхідного повітрообміну та кратності складського приміщення [25]	56
4.5 Висновки	57
Розділ 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ	58
Висновки	65
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	66
ЛІТЕРАТУРА	68
ДОДАТКИ	71

ВСТУП

Задачі економії палива і захисту навколишнього середовища від негативного впливу відпрацьованих газів при експлуатації автотракторних дизелів в дійсний час є актуальними [1, 2].

В умовах експлуатації показники роботи дизелів залежать від багатьох факторів: конструктивних особливостей і технічного стану; кваліфікації працівників; сумісної дії експлуатаційно-організаційних, виробничих і ґрунтово-кліматичних особливостей господарства, де вони експлуатуються. Найбільший вплив здійснюють конструктивні особливості паливного насоса високого тиску (ПНВТ), його технічний стан і якість виконання ремонтних і регулювальних робіт паливної апаратури.

В даній кваліфікаційній роботі приведені відомості про вплив біологічного палива на показники роботи дизелів різного призначення. Обґрунтована доцільність роботи дизеля сільськогосподарського трактора на біологічному паливі на основі соєвої олії. Приведено розроблену принципову конструктивну схему системи живлення дизеля Д-65Н для роботи на біологічному паливі. Проведено розрахунки елементів удосконаленої системи живлення дизеля, теплообмінника для підігріву біологічного палива. Приведені визначені характеристики холостого ходу і зовнішні швидкісні характеристики дизеля Д-65Н при роботі на сумішах дизельного палива і соєвої олії (70 % + 30 % і 50 % + 50 %). Виконано порівняння отриманих результатів з аналогічними характеристиками дизеля при роботі на дизельному паливі.

Розділ 1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАНЬ

1.1. Характеристика підприємства

Фермерське господарство «Мелісса» засноване 6 лютого 2001 року і зареєстровано Оріхівською райдержадміністрацією. Господарство створене на основі 50 га власної землі та за рахунок земельних угідь мешканців сел Кірове та Юрківка. СФГ «Мелісса» знаходиться в Запорізькій області, Оріхівського району, с. Любимівка.

Розташована до траси Запоріжжя – Оріхів на відстані 0,5 км. Відстань до найближчої залізничної станції – 10 км. Відстань до міста Запоріжжя, яке являється обласним центром становить 45 км, до найближчого міста Оріхів – 22 км. Господарство має автомобільне сполучення.

Землі фермерського господарства «Мелісса» відносяться до першого агрокліматичного району, з помірно теплим посушливим кліматом. Жарке літо та помірно холодна практично безсніжна зима. Середньо річна температура становить +7,9 °С. Найбільш холодними місяцями є січень, а найбільш теплими липень з середньою температурою 25,5 °С.

Кількість опадів протягом року коливається в межах 280-350 мм. Господарство знаходиться за кількістю опадів в зоні критичного землеробства. Основна кількість опадів припадає на весняно літній період. Переважна кількість вітрів з півдня мають посушливий характер, що негативно впливає на процес накопичення вологи ґрунтами, що вимагає обов'язковим агрозаходом весняне боронування та використання технологій мінімального поверхневого обробітку ґрунту.

Переважає кількість ґрунтів господарства чорноземи. Територія господарства перетинається ярами, балками з ставами. Більша частина полів господарства розміщуються на рівнинах.

Засміченість ґрунтів знаходиться на середньому значенні шкали засміщення. Обробіток ґрунту розпочинається за мінімальної вологості ґрунту в межах 17...19 %. Але найкращими показниками вологості ґрунту при яких виконується обробка ґрунту є вологість в межах 21-28 відсотків.

В землекористуванні знаходиться 683,5 гектарів землі. Під забудовою і машинним двором знаходиться 0,5 га. Спеціалізація господарства – вирощування зернових та олійних культур.

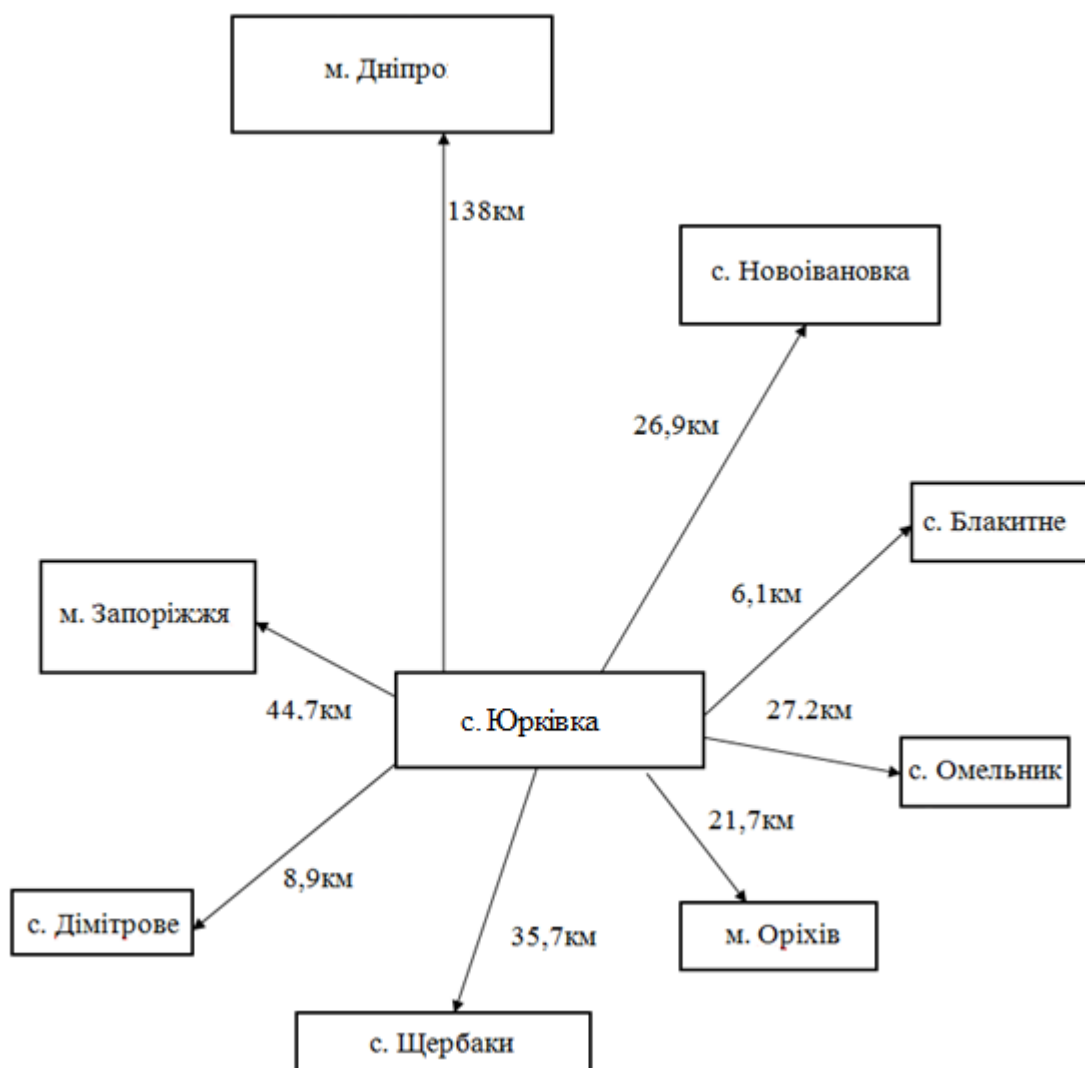


Рис.1.1. Схема розташування господарства по відношенню до населених пунктів, баз постачання запасних частин, палива і збуту сільськогосподарської продукції

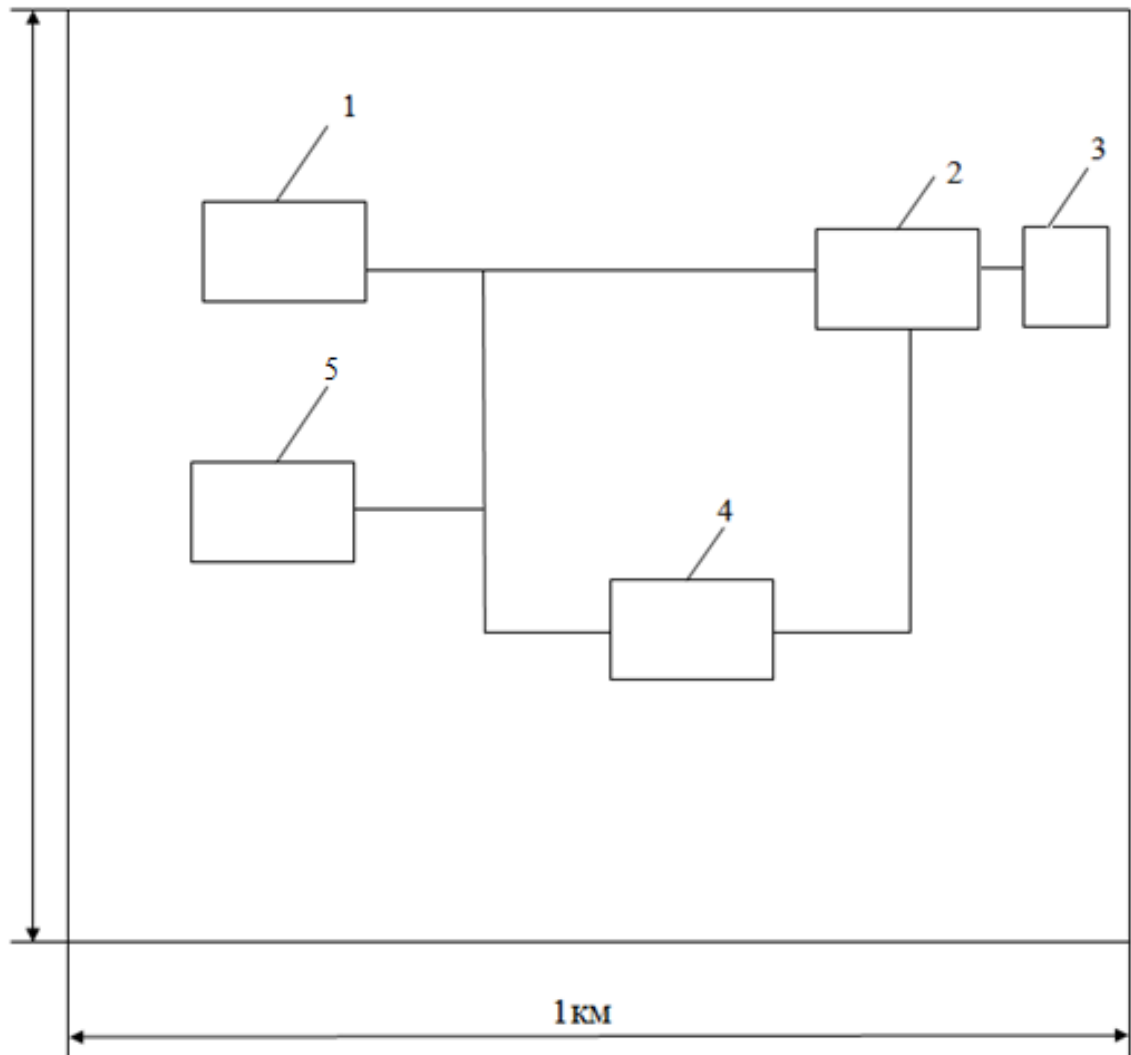


Рис.1.2 Схема розташування підрозділів селянського господарства:

1 – центральна садиба; 2 – автогараж; 3 – нафтогосподарство;

4 – ремонтна майстерня сільськогосподарської техніки;

5 – механізований тік

Забезпечення паливом фермерського господарства здійснюється з нафтобази розміщеної в місті Запоріжжя. Загальна річна витрата дизельного палива становить 28500 кг. Нафтогосподарство повністю забезпечене необхідним обладнанням для зберігання, обліку та заправлення енергетичних засобів.

1.2. Структура земельних угідь господарства

В землевикористанні господарства знаходиться 683,5 га землі. Структуру земельних угідь наведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Структура земельних угідь господарства на 2023 рік

Назва	Площа, га	Використання від загальної площі, %
Всього земельних угідь	683,5	100
З них: -рілля	482,5	70,6
-пасовища та сінокоси	16	2,3
-багаторічні насадження	24	3,5
-водоймища	-	0,0
-меліоровані землі	161	23,6

Періодично господарство проводить заходи з боротьби з бур'янами. Для цього використовується обробка полів гербіцидами та підбирається відповідна сівозміна культур, яка дозволяє знизити поширення хвороб та бур'янів. Такі заходи дозволяють збільшити врожайність культур до 20..25 відсотків. Структура земельних угідь приведена в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Структура посівних культур

Угіддя	2021		2022		2023	
	га	%	га	%	га	%
Всього угідь	463	100	482,5	100,0	482,5	100,0
Пшениця	141	30,5	80,5	16,7	78	16,2
Кукурудза	133	28,7	141	29,2	80,5	16,7
Соя	50	10,8	133	27,6	141	29,2
Соняшник	78	16,8	50	10,4	133	27,6
Пар	61	13,2	78	16,2	50	10,4

1.3. Рівень механізації господарства

Фермерське господарство має досить хороше технічне забезпечення для реалізації механізації основних технологічних операцій в рослинництві. В таблиці 1.3 наведено рівень механізації основних робіт.

Таблиця 1.3 – Механізація основних операцій в рослинництві

Найменування роботи	Рівень механізації, %
Посів сільськогосподарських культур	100
Просапні роботи	87
Вантажні роботи	96
Збирання урожаю	100
Внесення добрив	100

Перелік машинно-тракторного парку приведений в табл. 1.4.

Таблиця 1.4 – Перелік машинно-тракторного парку

Найменування і марка машин	Кількість машин, шт.
Трактори	4
МТЗ-82,1	1
ЮМЗ-6	4
Т-150К	1
Т-25А	1
Т-150	1
Автомобілі	2
САЗ-5312	1
МАЗ-543	1
Комбайни	1
Славутич КЗС-9-1	1

Перелік сільськогосподарських машин ФГ “Мелісса” приводиться в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Перелік сільськогосподарських машин господарства

Назва машин	Марка машин	Кількість
Борони зубові важкі	ЗБЗТ-1,0	15
Борони зубові середні	ЗБЗС-1,0	10
Агрегат ґрунтообробний	АГ-2,4	1
Борона дискова	ДМТ-4	1
Плуг лемішний начіпний	ПЛН-5-35	2
Котки кольчасто-шпорові	ЗККШ-6А	2
Зчіпка універсальна	С-11У	2
Культиватор причіпний	КПС-4	1
Культиватор причіпний	КПС-8	1
Культиватор просапний	КРН-5,6	1
Сівалка зернова	СЗ-3,6	2
Сівалка пневматична	Веста УПС 8-04	2
Розкидач мінеральних добрив	МВУ-0,5	1
Обприскувач	ОП-2000	1
Обприскувач	ПОМ-630	1
Завантажувач роздавач	ЗЖВ-Ф-3,2	1
Жатка валкова причіпна	ЖВП-4,9	1
Причіп тракторний	2ПТС-4	1
Прес-підбирач	1ПТС-9	2
Машина-розсадосадильна	ППЛ-Ф-1,6М	1
Пристрій для збирання соняха	СКН-6	1
Культиватор	КОН-2,8	1

Із таблиць 1.4, 1.5 видно що господарство на задовільному рівні забезпечене тракторами, комбайнами та іншою сільськогосподарською технікою.

1.4 Економічна ефективність господарства

Фермерське господарство “Мелісса” має повне кадрове забезпечення, яке приведене в таблицю 1.6.

Таблиця 1.6 – Кадрове забезпечення господарства

Посада	Кількість працівників
Директор господарства	1
Головний бухгалтер	1
Інженер -механік господарства	1
Майстер-наладчик	1
Механізатори	4
Електрозварник	1
Всього	9

Із таблиці видно, що господарство забезпечене робітниками і службовцями для ведення господарської діяльності на відведених для цього ділянках.

Результати господарської діяльності за 2023 рік наведено в таблиці 1.7

Таблиця 1.7 Результати роботи господарства за 2023 рік

№ з.п.	Показники	Значення
1	Прибуток від діяльності, грн	12888456
2	Кредитна заборгованість, грн	1135000
3	Середньорічна кількість працюючих, чол.	29
4	Площа сільськогосподарських угідь, га	683,5
5	Площа рілля, га	482,5
6	Кількість використаного дизельного палива, т	28,5
7	Кількість використаного моторного і інших масел, кг	389
8	Середня заробітна платня робітника, грн/рік	141320
9	Урожайність основних сільськогосподарських культур, ц/га:	-
	Соя	19,5
	Пшениця	44,3
	Кукурудза	55,1
	Соняшник	18,1

1.5 Аналіз використання біодизелів та актуальність теми кваліфікаційної роботи

Результати роботи господарства за останній рік свідчать про те, що задачі пошуків шляхів та можливостей зменшення витрат на виробництво продукції є актуальними.

Показники роботи техніки в умовах рядової експлуатації залежать від багатьох факторів.

Аналіз літературних джерел [3, 4, 5...7], досвіду експлуатації тракторів та іншої техніки з дизелями, результати роботи господарств дають можливість виділити серед цих факторів, на наш погляд, найголовніші: значні витрати палива на доставку техніки, запасних частин, паливно-мастильних матеріалів (ПММ) та сільськогосподарської продукції; значні витрати палива на міжгосподарські перевезення та переїзди техніки; особливості роботи паливної апаратури дизелів різних марок; технічний стан прецизійних пар; якість регулювання паливної апаратури; терміни проведення технічного обслуговування (ТО) та якість ПММ.

Переїзди техніки, міжгосподарські перевезення та перевезення техніки і продукції в господарстві здійснюються на віддаль від 1 до 12 км. В дійсний час вони зведені до мінімально необхідних. Суттєво скоротити їх майже неможливо.

Значно поліпшити показники роботи техніки, яка має великий термін експлуатації, в умовах господарства можливо якісним проведенням робіт по визначенню технічного стану дизеля, машини і, особливо, паливного насоса; введенням в конструкцію регулятора ПНВТ пристроїв, які поліпшують роботу насоса, дизеля і машини на відповідних режимах роботи; підбором оптимальних режимів роботи при виконанні різних сільськогосподарських польових і транспортних робіт [2].

В дійсній кваліфікаційній роботі розглянемо деякі роботи присвячені визначенню показників дизелів при використанні біологічного палива.

Детально результати деяких досліджень викладені в роботах [5...7]. Нижче, для прикладу, розглянемо лише основні аспекти застосування біологічного палива.

В результаті проведених досліджень [6] автори зробили наступні висновки: дизелі з вихровою камерою працюють на чистій ріпаковій олії, а в дизелях з іншими камерами згорання (з безпосереднім впорскуванням) може використовуватись естерифікована олія (біодизель).

В результаті рахунково-експериментальних досліджень [7] визначено, що для дизеля СМД-23 найбільш ефективним є суміш ДП і ріпакової олії (РО) в пропорції 75% ДП і 25% РО. Для режиму номінальної потужності визначено раціональні параметри дизеля і паливної апаратури, які найсуттєвіше впливають на паливну економічність, викиди азоту та димність ВГ. Також встановлено, що при роботі на біопаливах збільшується питома ефективна витрата палива дизеля, а зміна показників токсичності на різних режимах має неоднозначний характер.

Для отримання однакової потужності дизеля Д-240 тракторів МТЗ-80/82 на номінальному режимі при роботі на сумішах у порівнянні з ДП потрібне співвідношення 75% РО і 25% ДП [7]. При цьому годинна витрата палива такої суміші більша із-за збільшеної на 3,5 % щільності і зменшення перетікань палива в зазорах плунжерних пар, а питома ефективна витрата палива більша за рахунок меншої теплоти згорання суміші (на 9 %). Відмічається, що при роботі на проміжних режимах дещо збільшується потужність і годинна витрата палива із-за зменшення перетікань палива. Параметри робочого процесу, отримані по результатам обробки індикаторних діаграм, свідчать про незначну відміну (4...6 %) в роботі дизеля на біопаливі і ДП. Для отримання найкращих екологічних показників потрібно використовувати суміш 50% РО і 50% ДП. При виконанні роботи перевірено можливість підвищеного нагароутворення і закоксування деталей циліндро-поршневої групи і розпилювачів форсунок, про що відмічають деякі закордонні літературні джерела. Для цього по погодженій із заводом-виробником методиці проведені дослідження по перевірці розпилювачів на коксуємість. Встановлено, що при роботі на біопаливі коксування відсутнє.

Відмічається створення навколо отворів розпилювачів пористих кратерів нагару, які легко знімаються тканиною і не погіршують якість розпилу палива. Потрібно сказати, що при цьому не вказується тривалість роботи дизеля на біопаливі.

Врахувавши проведений аналіз покращити економічні показники господарської діяльності можливо шляхом переведення тракторних дизелів на роботу на біологічному паливі отриманому з використанням продуктів переробки сої, яку вирощує господарство. Використання біопалива на тракторних дизелях знизить токсичний вплив на навколишнє середовище і знизить залежність від палив нафтового походження. В якості пілотного проекту проведемо конверсію тракторів ЮМЗ-6 з двигуном Д-65Н для роботи на біологічному паливі.

1.6 Висновки

1. За результатами проведеного аналізу встановлено добре енергозабезпечення основних технологічних процесів в ФГ «Меліса», що позитивно впливає на підвищення продуктивності праці та приріст врожайності основних вирощуваних культур.

2. З метою зниження витрат на паливно-мастильні матеріали, які становлять близько 60 відсотків від загальної кількості витрат на виробництво продукції в дійсній кваліфікаційній роботі розробимо систему живлення адаптовану для роботи на біологічному паливі та виконаємо розрахунок показників роботи дизеля Д-65Н на біологічному паливі та з використанням 100 % дизельного палива.

Розділ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Об'єкт модернізації

Як уже було сказано в попередньому розділі за об'єкт модернізації в господарстві обрано трактор марки ЮМЗ-6АК з п'яти ступінчастою коробкою передач та дизелем Д-65Н. Це універсально-просапний трактор, що виконує всі технологічні операції по вирощуванню сільськогосподарських культур окрім спеціальних. Розглянемо основні технічні показники трактора.

Трактор ЮМЗ-6АК [8] колісний універсально-просапний, який має сільськогосподарське призначення та промислове, тягове зусилля на гаку на номінальному режимі і першій передачі становить 14 кН тому трактор відноситься до класу 1,4, колісна формула 4К2. Навіка трактора дозволяє виконувати агрегування як навісними так і причіпними сільськогосподарськими машинами чи знаряддями для посіву, міжрядної механічної обробки, збирання сільськогосподарських культур. Завдяки валу відбору потужності може приводити активні робочі органи мобільних та стаціонарних машин. Цільно виготовлений корпус трансмісії забезпечив добру міцність останньої при роботі трактора з навісним спеціальним обладнанням, наприклад в якості екскаватора.

Дизельний двигун – чотири циліндровий, з чотири тактним робочим циклом з рідинним охолодженням та безпосереднього вприску палива не турбований.

Трансмісія – механічного типу; коробка передач ступінчаста має п'ять передач і понижаючий редуктор;

Остов – напіврамний з підвіскою на передніх колесах.

Вал відбору потужності дворежимний на першому режимі оберти становлять 550 на другому 1000 хв⁻¹ з незалежним і синхронними приводами.

Кабіна – безпечної рамної конструкції, має хорошу герметичність що забезпечує зниження рівня шуму та запиленості, з системою вентиляції та опалення, сидіння зручне з можливістю, регулювання за зростом і масою водія.

Гідравлічна система трактора роздільно-агрегатна додатково обладнується автозчіпкою СА-1 та пристроєм для буксирування причепів.

Для дорожньо-будівельних робіт трактор може бути обладнаний шинами 18,4-30, для роботи в вузьких міжряддях встановлюються колеса розміром 9,5–42. На рисунку 2.1 представлено загальний вигляд трактора а основні техніко-експлуатаційні показники приведено в табл. 2.1.



Рисунок 2.1 – Трактор універсально-просапний [3]

Таблиця 2.1– Технічна характеристика трактора ЮМЗ-6АК

Показник	Значення
1	2
Тип двигуна,	Дизельний – Д-65
Транспортна швидкість, км/год	24
Радіус повороту, мм	5000

продовження табл. 2.1

1	2
Параметри двигуна Д-65:	
Потужність двигуна	45 кВт
Обороти двигуна	1750 об/хв
Крутячий момент	270 Н/м
Витрата палива	245 г/кВт·год
Робочий об'єм двигуна	4,9 літри
Кількість циліндрів	4
Місткість бака з паливом, л	–90
Розміри колії передніх коліс, мм	1360-1860
Розміри колії задніх коліс, мм	1400 – 1800
Об'єм колісної бази, мм	2450
Кліренс, мм	650
Маса трактора разом із робочим обладнанням	3350 кг
Допустима маса причепа	6 000 кг
Розміри трактора, мм:	
Ширина	1884
Висота	2660
Довжина	4140 (з навісною системою)

Об'єктом конверсії є силова дизельна установка чотиритактний двигун Д-65Н номінальною потужністю 45 кВт з безпосереднім вприском палива та електростартерним пуском [9]. В процесі конверсії двигун буде переобладнано для роботи, як на класичному паливі так і на біологічному. Перехід на роботу двигуна на біологічному паливі знизить витрати на пальне до 20...30 %, які пов'язані з закупівлею дизельних палив нафтового походження.

На сьогодні, незважаючи на те, що дизель Д-65Н досить тривалий термін не виробляється двигуни даної марки, досить активно експлуатуються у складі тракторів завдяки високій ремонтпридатності та уніфікації ряду запасних частин з дизельними силовими агрегатами інших марок. Так основними донорами запчастин до двигуна Д-65Н являються комплектуючі від серійного двигуна Д-240, що на сьогоднішній день інтенсивно виробляється.

Виходячи з вище викладеної інформації відразу слід сказати, що поршні та циліндри двигунів Д-240 та Д-65 мають ідентичні розміри і є повністю взаємозамінними.

На малюнку 2.2 приведено загальний вигляд дизельного двигуна Д-65Н [9]

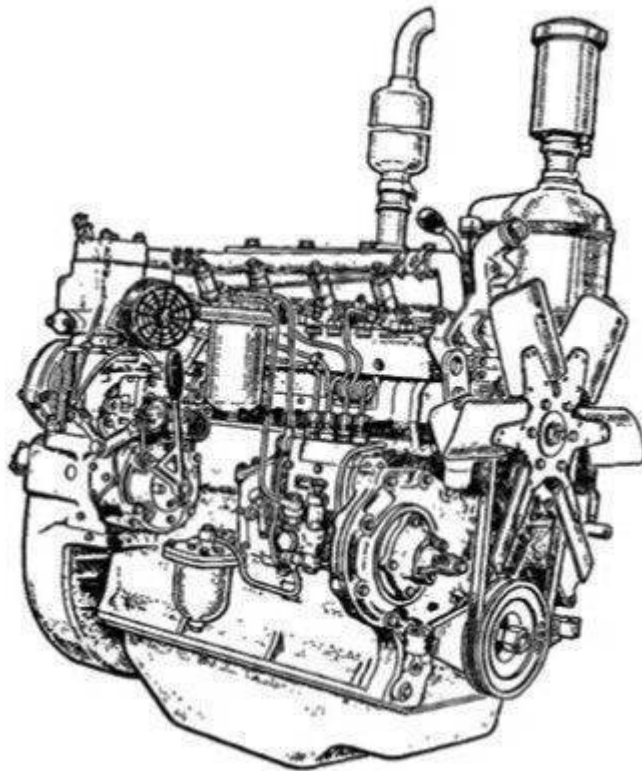


Рисунок. 2.2 – Дизельний двигун Д-65Н

Проведена конверсія двигуна дозволить знизити димність та токсичність відпрацьованих газів та відповідати європейському стандарту EURO 4. Основні техніко-експлуатаційні показники двигуна Д-65Н приведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3– Технічна характеристика двигуна Д-65Н

Показники	Значення
Номінальна потужність, кВт (л.с.)	45,6+3,7 (62+5)
Кількість циліндрів, шт	4
Порядок роботи циліндрів	1-3-4-2
Розташування циліндрів	Р-рядне
Об'єм циліндрів, літр	4,94
Діаметр поршня, мм	110
Хід поршня, мм	130
Степінь стиску	17,3
Частота обертання КВ, об/хв	1750±25
Питома витрата палива, г/кВт·год :	249
Витрата мастила, % :	1,2
Паливний насос	4УТН
Маса двигуна, кг	540±3%

2.2 Аналіз палив біологічного походження

Біопаливом називається паливо біологічного походження, що отримують із органічної сировини тваринного або рослинного походження також можна використовувати, як сировину промислові відходи аграрного виробництва чи переробної галузі. Паливо виготовляється із поновлювальних ресурсів, з яких можливо отримати енергію без завдання шкоди навколишньому середовищу. В порівнянні з паливами нафтового походження, вугіллям що виникли в процесі геологічних трансформацій, біологічне паливо отримують в результаті біологічних взаємодій [10].

Біологічні палива бувають різного агрегатного стану:

- до твердих палив біологічного походження відносяться продукти дерева обробленої галузі (тирса, дрова, брикети та ін.);
- до рідких палив належать біодизелі, спирти та суміші, біомазути, ефіри;
- до газоподібних палив біологічного походження належать піролізні гази, біогази.

Палива біологічного походження як інші палива мають свої переваги та недоліки.

Перевагами такого палива являється його відновлюваність. Завдяки таким властивостям можна стверджувати, що біологічне паливо ніколи не закінчиться в порівнянні з викопним паливом. Постійна поява відходів життєвого циклу забезпечує таку технологію постійною сировиною.

Враховуючи дослідження формування парникових газів, палива біологічного походження маю суттєво менший вплив на їх утворення, в порівнянні з викопними, а саме до 65%. Ще одним плюсом в такій технології є поглинання оксидів вуглецю при вирощуванні сировини для біопалив.

Багато країн впроваджуючи технологію отримання біологічного палива знижують ризики, які пов'язані з відсутністю родовищ нафтової.

Тобто біологічне паливо це запорука економічної незалежності та екологічної безпеки. Також це додаткові та прибуткові робочі місця для населення, що забезпечує стабільну роботу всіх технологічних ліній виробництва біопалива.

Стосовно застосування біопалив при експлуатації техніки спостерігається тенденція до зниження шкідливих викидів в продуктах згорання, знижується рівень димності дизелів, завдяки екологічності палива. Спеціальний склад, біопалива дозволяє знизити витрати на ремонті та обслуговуванні двигунів внутрішнього згорання.

Але крім переваг біологічне паливо має і ряд недоліків.

Так сировина, яку використовуємо для виробництва біопалива займає великі площі землі, які могли б використовуватися для вирощування продукції харчування враховуючи те що чисельність населення планети стрімко росте.

Також виникають проблеми, які пов'язані з використанням монокультурності при вирощуванні сировини одного виду і пов'язаних з цим поширення шкідників, що адаптуються до постійних умов та знищують збіжжя. Дану проблему вирішують застосуванням пестицидів, що призводить до забруднення ґрунту та внутрішніх вод.

Але не дивлячи на недоліки за розумного підходу в реалізації виробництва біопалива можливо вирішити економічні та екологічні питання людства.

2.3 Система живлення двигуна Д-65Н при роботі на біопаливі

Використовуючи напрацювання кафедри тракторів і сільськогосподарських машин ДДАЕУ розробимо схему системи живлення дизеля Д-65Н адаптовану для роботи на біологічному паливі. Так за результатами проведених досліджень роботи двигуна Д-65Н з використанням біопалива на основі соєвої олії отримано характеристики холостого ходу і зовнішні швидкісні характеристики дизеля при роботі на дослідних паливах: сумішах 30 % дизельного палива (ДП) і 70 % соєвої олії (СО), 50 % ДП і 50 % СО, 100 % СО. Виконано порівняння показників роботи на кожному із дослідних палив із роботою на 100 % ДП.

При проведенні досліджень біологічного палива на основі метилових ефірів рапсової олії (МЕРО) встановлено, що динамічна густина суміші В10 на 7,5 % вища ніж у ДП, суміші В30 – 27 %, а МЕРО – 120 %. Такі зміни властивостей біопалив істотно зменшують ресурс роботи фільтра. Крім того відмічено, що біодизельне паливо може містити жирні й високомолекулярні органічні кислоти, гліцерин, продукти полімеризації, вільну воду, які викликають забруднення паливних фільтрів.

Автори роботи [11] відмічають, що біодизель впливає на роботу системи паливоподачі, протікання процесу роботи дизеля (сумішоутворення і згоряння), потребує попереднього підігрівання, особливо у холодну пору року, є досить агресивним до натуральної гуми і деяких еластомірів, при його використанні необхідно частіше замінювати масло системи мащення, потребує розробки додаткових заходів для зменшення концентрації у ньому води для запобігання розвитку мікроорганізмів, негативно впливає на лакофарбове покриття деталей дизеля і машини.

Проведені дослідження на стенді КИ-22203 для встановлення залежності циклової подачі ПНВТ НД-22/6Б4 при роботі на дизельному паливі, біопаливі В10, В30, В70 і В100. Роботи виконувались на двох насосах, з новими і спрацьованими секціями високого тиску, з наборами аналогічних розпилювачів форсунок. Встановлено, що для насоса з новими секціями і любими розпилювачами має місце збільшення циклової подачі на 5...12 % на всіх режимах роботи. Насос зі старими секціями на номінальному режимі і режимі максимального значення крутного моменту має збільшення подачі на 5...7 %. На пусковому режимі подача старого насоса при роботі на В100 з новими розпилювачами збільшується на 30%, а зі старими – 40 %. Автори роблять висновки, що при роботі на біодизелі ресурс агрегатів системи паливоподачі збільшиться і при використанні біодизеля В (5...30) виконувати переналагодження паливної апаратури не потрібно.

В роботі [12] приведені результати досліджень можливості використання біодизеля рослинного і тваринного походження для роботи сільськогосподарських дизелів з вихровою і нерозділеною камерами згоряння. Відмічено, що для дизелів з нерозділеною камерою згоряння для покращення умов сумішоутворення і згоряння необхідно застосовувати регульований підігрів біопалива і адаптувати форсунки до нових умов роботи.

В системі живлення дизеля при роботі на стандартному дизельному паливі застосовуються фільтри тонкого очищення з розміром пор фільтрувального елемента 2...7 мкм, які ефективно затримують мілкі механічні домішки палива

[12]. Для фільтрації біодизеля використовуються фільтри з пористістю 25...50 мкм. Тобто, якщо використовувати перші фільтри, то вони моментально заб'ються, а якщо другі – через них пройде весь бруд, який є в паливі. Вирішення даного питання до сьогодні так і не знайдено, але його, власне, ніхто і не шукає, а проблеми з фільтрами автовласникам приходиться вирішувати самостійно.

Розглянемо різновиди систем живлення біопаливом. І перший варіант запропонований на кафедрі ТСГМ приведено на малюнку 2.3. [13]. Перевагою даної схеми являється простота конструкції системи живлення біологічним паливом або дизелем. До недоліків можна віднести відсутність підігрівача біопалива що особливо важливо при експлуатації трактора в холодну пору за низьких температур.

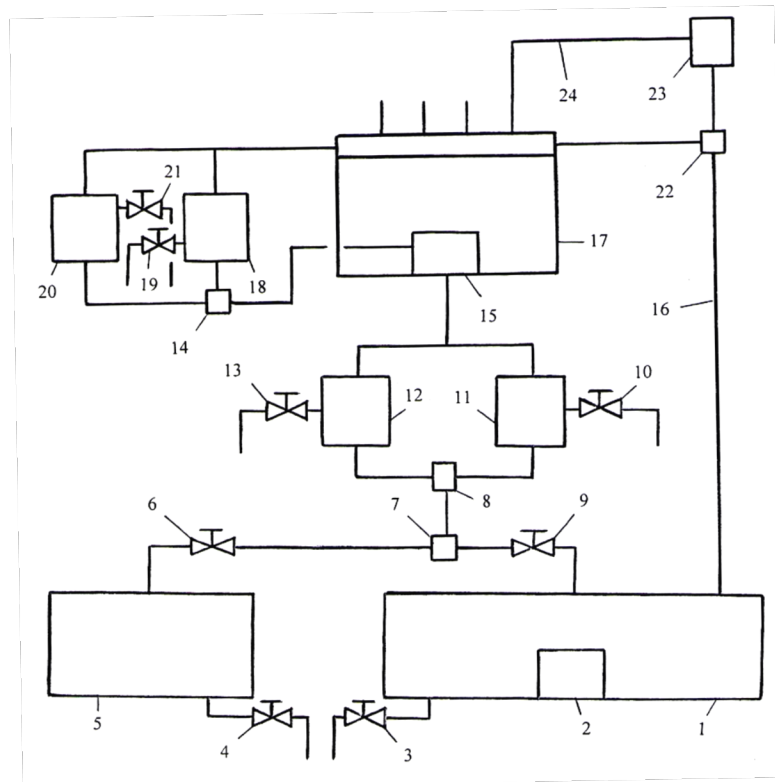


Рис. 2.3. Принципова конструктивна схема системи живлення дизеля Д-65Н для роботи на біологічному паливі:

1 – основний паливний бак; 2 – показчик палива; 3, 4, 10, 13, 19, 21 – зливний кран; 5 – додатковий паливний бак; 7, 8, 14 – електроклапани; 11, 12 – фільтр грубого очищення палива; 15 – підкачуючий насос; 16 – паливопровід низького тиску; 17 – ПНВТ; 18, 20 – фільтр тонкого очищення палива; 22 – перехідник; 23 – форсунка; 24 – паливопровід високого тиску

Відомо також конструктивне рішення захищене патентом України UA №125234 (рис. 2.4) [14] перевагою якого являється робота ДВЗ в трьох режимах: класичного дизеля, з використанням біопалива і третій режим використання двох палив одночасно.

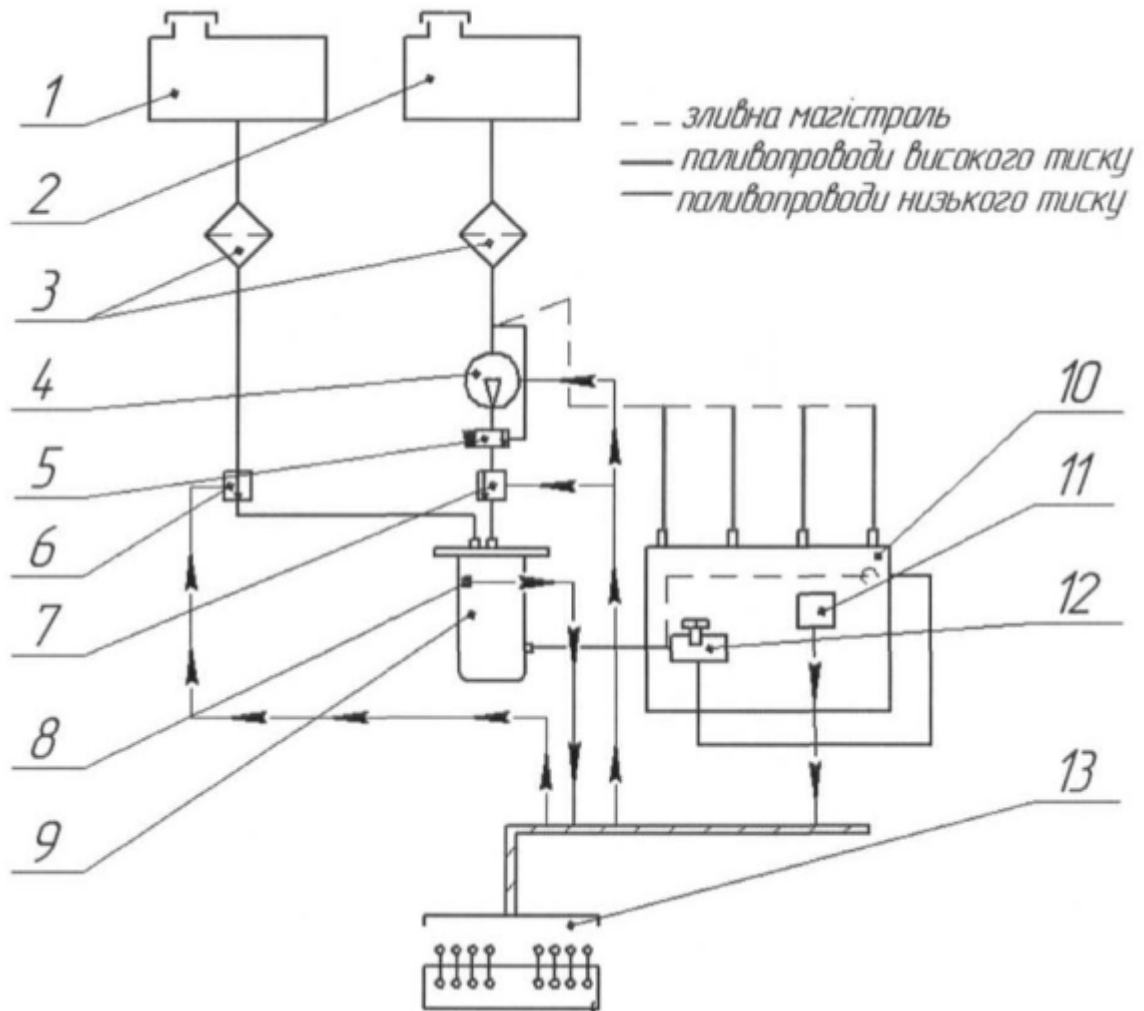


Рис. 2.4 Двох-паливна система живлення UA №125234

1 – бак дизельного палива; 2 – бак для біологічного палива; 3 - фільтр грубого очищення; 4 – електронасос; 5 – зворотній клапан, 6, 7 – електроклапани;
 8 – датчик контролю температури; 9 – фільтр+підігрівач+змішувач;
 10 – ПНВТ; 11 - датчик переміщення рейки ПНВТ; 12 – насос низького тиску підкачувальний; 13 – електронний блок керування

Недоліком даного способу являється підігрівання біологічного палива поза межами паливного бака, що ускладнює технологічну схему за рахунок установки додаткового обладнання, а саме електронасоса 4 та системи керування ним.

2.4 Аналіз пристроїв підігріву палива в системі живлення

Одним з відповідальних процесів роботи системи живлення являється надійна подача палива. Особливістю біопалив являється більша його в'язкість в порівнянні з класичним дизельним паливом особливо при пониженні температур навколишнього середовища. Вирішити дану проблему можливо додатковим підігрівом палива за допомогою теплообмінників. Розглянемо основні конструктивні рішення по підігріву палив в системі живлення. Перший спосіб це використанням гарячого повітря, другий дроселюванням та зміною площі теплообміну, третій використанням електронагріву і останній четвертий з використанням надлишків тепла при роботі ДВЗ.

Найбільш простим способом являється нагрів біопалива дроселюванням
рис. 2.5 [15]

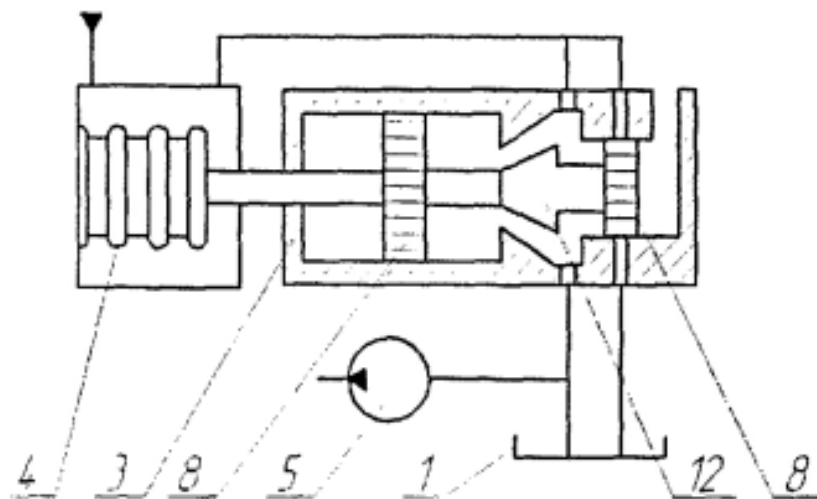


Рис. 2.5. Підігрів рідин дроселюванням А.с. 821776

Недоліком такої системи являється додатковий опір, що створюють дроселі тому такі нагрівачі необхідно ставити в напірних лініях після насосів.

Також суттєвим недоліком такого способу являється надмірне багаторазове стискання біопалива, що викликає зміну фізико-хімічні властивостей пального. Тобто такий вплив викликає деструкцію молекул рідини, що призводить зниження мастильних властивостей палива та його потемніння.

Ще одним ефективним способом нагріву рідини являється спосіб з використанням надлишку тепла від двигуна внутрішнього згорання. Конструкцію такого пристрою приведено на рисунку 2.6. В якості теплоносія для нагріву рідини використовується тепло від відпрацьованих газів ДВЗ [16]. Така конструкція використовується для підігріву рідини в гідросистемі тракторів МТЗ-1222. Нагрів рідини виконується відпрацьованими газами, що надходять від випускної системи ДВЗ 17 до теплообмінника 1 в якому тепло передається робочій рідині, що циркулює за допомогою насоса 5. Регулювання температури робочої рідини здійснюється за допомогою заслінки 18.

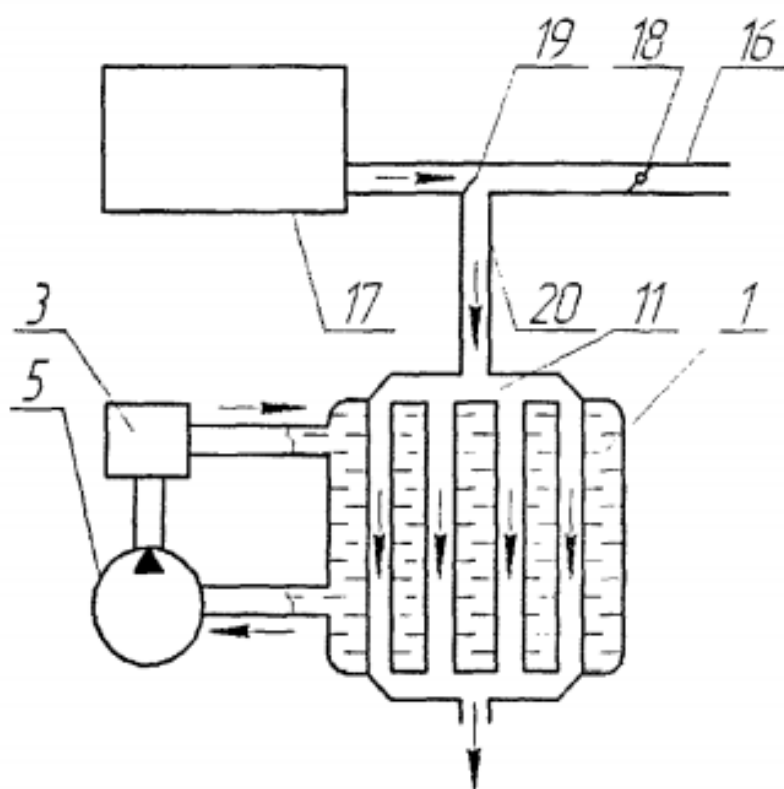


Рис. 2.6. Нагрів робочої рідини відпрацьованими газами ДВЗ

Недоліком такого способу являється відсутність прогрівання робочої рідини на початку роботи ДВЗ. Часткове нагрівання рідин відбувається за

рахунок тертя рідини і витіснювачів гідравлічного насосу, що призводить до зношення останніх та зниження ресурсу роботи насоса.

Відомо також конструктивне рішення з використанням електричного нагріву робочої рідини представлене на рисунку 2.7 [17]. Працює пристрій в наступному порядку за допомогою нагрівача 2 рідина в гідробакові 1 нагрівається до заданої температури після чого подається гідравлічним насосом 4 на розподільник 3 і потім на виконавчі пристрої гідроприводу.

Перевагою такого способу є проста конструкція та можливість регулювання основних параметрів рідини. Недоліком такого способу являється наявність потужної енергомережі.

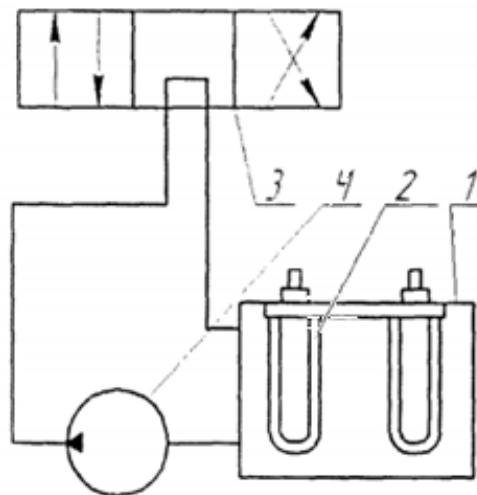


Рис. 2.7. Підігрів робочої рідини з використанням електро-нагрівачів

Враховавши переваги та недоліки розглянутих способів в якості перспективного для нашого випадку обираємо спосіб з використанням тепла робочої рідини системи охолодження ДВЗ. В графічній частині наведено конструктивне креслення теплообмінника. Основні розрахунки системи живлення дизеля при роботі на біопаливі розглянемо в наступному розділі.

2.5 Висновки

1. В даному розділі розглянуто об'єкт модернізації та можливість його адаптації для роботи на біопаливі.
2. Проведено аналіз літературних джерел в реалізації систем живлення дизельних двигунів при роботі на біологічному паливі.
3. За результатами проведеного аналізу обрано спосіб підігріву біопалива.

Розділ 3. КОНСТРУКТИВНО-РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

3.1 Система живлення двигуна Д-65Н при роботі на біологічному паливі

Згідно проведеного аналізу в попередньому розділі врахувавши особливості роботи дизельного двигуна на біопаливі та напрацювання науковців розробимо конструктивну схему системи живлення на двох видах палива дизельному та біологічному адаптовану для установки на дизельний двигун Д-65Н загальний вигляд якої приведемо на рисунку 3.1.

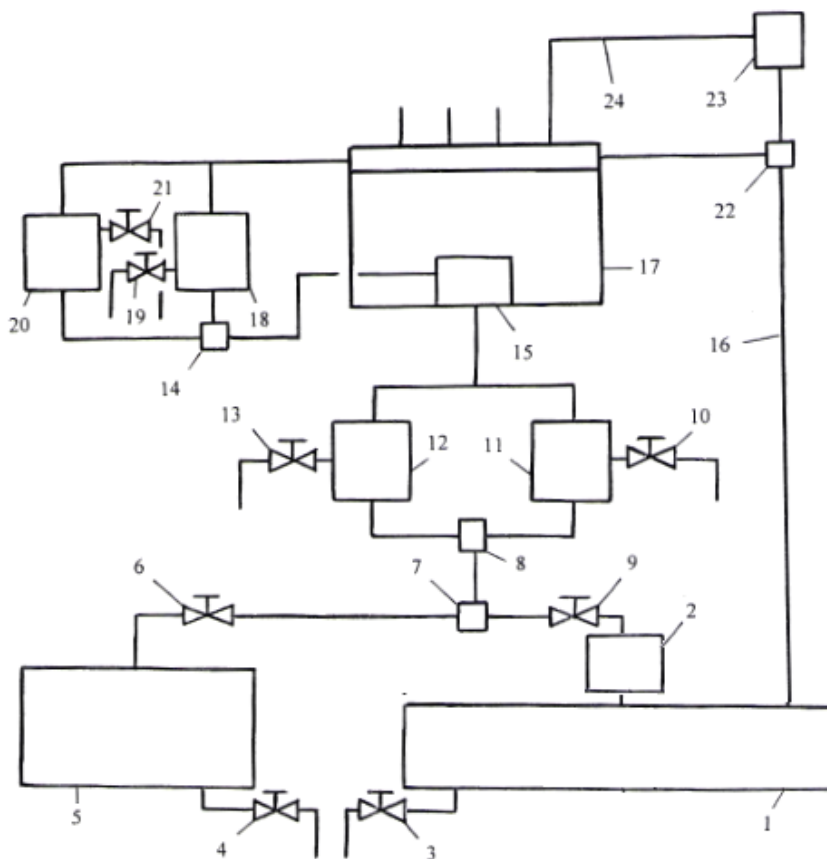


Рис. 3.1. Система живлення дизеля Д-65Н для роботи на біологічному паливі:
 1 – паливний бак для біопалива; 2 – підігрівач-теплообмінник; 3, 4, 10, 13, 19,
 21 – зливний кран; 5 – паливний бак для дизеля; 6, 9 – запірні крани;
 7, 8, 14 – електромагнітні клапани; 11, 12 – фільтр грубого очищення палива;
 15 – підкачуючий насос; 16 – паливопровід низького тиску; 17 – ПНВТ;
 18, 20 – фільтр тонкого очищення палива; 22 – перехідник; 23 – форсунка;
 24 – паливопровід високого тиску

Система обладнана двома баками відповідно бак для біопалива з рослинного масла і баків 5 для дизеля, кожний із них обладнаний своєю системою фільтрування 11, 12, 18, 20 керування якими здійснюється за допомогою електроклапанів 7,8 та 14. Пуск і прогрів дизеля здійснюється на дизельному паливі, а потім виконується перехід на роботу на біопаливі. З метою покращення прокачування більш в'язкого біопалива в бакові розміщується підігрівач-теплообмінник 2, принцип роботи якого полягає в відборі тепла від системи охолодження та використання його для нагріву біопалива. Перед зупинкою двигуна необхідно перейти з біопалива на дизель та дати поробити двигуну декілька хвилин для промивання паливного насоса і форсунок від залишків біопалива. Це дозволить зменшити відкладання на стінках паливної апаратури при які утворюються при використанні біопалив.

Надійна та безвідмовна робота системи живлення з використанням біологічного палива залежить від його якості. На якість палив рослинного походження впливає: забрудненість палива жирними кислотами, наявність води сировині, загальна кількість каталізаторів, якість метилових спиртів, тиск та температура в реакторі, наявність системи очищення палива від сторонніх включень, період виконання процесу переестерифікації. Всі заходи виготовлення біопалива практично дуже важко розрахувати, тому їх визначають експериментально.

Якість дизельного палива в значній мірі залежить від його фракційного складу, а також від кількості сірки – хімічні сполучення на її основі поліпшують мащення деталей ПНВТ. Проте жорсткіші вимоги по екологічності солярки, визначені нормами Євро 4 і Євро 5, обмежують вміст в ній сірки на рівні 50 мг/кг. Виробники цього палива намагаються компенсувати нехватку природного елемента за рахунок добавок, але ефект від їх застосування досягається не завжди. В таких випадках можливо спробувати поліпшити змащувальні властивості малосіркового палива присадками.

Комплексні присадки бажано використовувати кожні 2 тис. км пробігу, так використання присадок *Ligui Moly Diesel Systempflege* (Німеччина) дозволяє

підвищити змащувальні можливості звичайної солярки на 8 % а присадки Ligi Moly Diesel Schmier Additiv на 6 % поліпшують подачу паливного насоса високого тиску (ПНВТ), зменшують його шумність і забезпечують м'якішу роботу дизеля. Компанією Addifit Pour diesel (Франція) запропоновано присадку Energie-3000, яка підвищує повноту згорання горючої суміші, зменшує витрату палива, запобігає утворенню нагару в камері згорання.

3.2 Розрахунок двигуна при роботі на біологічному паливі

Експлуатаційну ефективність від переведення ДВЗ на біопаливо виконаємо шляхом порівняння теплових розрахунків при роботі двигуна на дизелі та біопаливі. Також тепловий розрахунок дозволить визначитися з зміною навантаження на деталі ДВЗ. Для прикладу приведемо розрахунок двигуна при роботі на біологічному паливі. Результати розрахунку при роботі ДВЗ на дизелі приведемо в додатку в додатку А. Розрахунок проведемо використовуючи загально прийняті методики [18-20].

Вихідні дані для виконання теплового розрахунку

1. Тип двигуна – дизельний без турбонаддуву;
2. Число тактів – чотиритактний;
3. Число та розміщення циліндрів: $i=4$, Р –рядник;
4. Ступінь стиску $\varepsilon = 17,3$;
5. Номінальна частота обертання колінчатого валу $n_n = 1800 \text{ хв}^{-1}$;
6. Номінальна потужність $N_e = 44,7 \text{ кВт}$;
7. Коефіцієнт надлишку повітря $\alpha = 1,6$
8. Вид палива, його елементний або компонентний склад ($C = 0,857$, $H = 0,133$, $O = 0,010$,) і нижча теплота згорання дизеля $Q_n = 42,5$, МДж / кг , біодизеля $Q_u = 38,9$ МДж/м³ згідно [4, 16]
9. Температура T_o і тиск P_o навколишнього середовища (звичайна $T_o = 288 \text{ К}$ і $P_o = 0,1 \text{ МПа}$).

3.2.1 Процес впуску

Тиск P_k і температура T_k на початку впуску будуть відповідати параметрам навколишнього середовища:

$$P_k = P_o \text{ і } T_k = T_o$$

Щільність повітря на впуску:

$$\rho_{п} = \frac{P_k \cdot 10^6}{R_B \cdot T_k} = \frac{0,1 \cdot 10^6}{287 \cdot 288} = 1,21, \text{ кг} / \text{ м}^3 \quad (3.1)$$

де $R_B = 287$ Дж/(кг·град) – питома газова постійна повітря.

Температура T_r і тиск P_r відпрацьованих газів згідно дослідних даних становить:

$$P_r = (1,05 \dots 1,10) \cdot P_k = 1,05 \cdot 0,1 = 0,105, \text{ МПа}$$

$$T_r = (800 \dots 1000) \text{ К}, \text{ приймаємо } T_r = 800 \text{ К}.$$

Враховуючи опір елементі впускної системи визначимо втрати тиску на впуску:

$$P_a = P_k - \Delta P_a, \text{ МПа} \quad (3.2)$$

$$\Delta P_a = (0,03 \dots 0,18) \cdot P_k = 0,1 \cdot 0,12 = 0,012 \text{ МПа}$$

$$P_a = 0,1 - 0,012 = 0,088 \text{ МПа}.$$

Значення коефіцієнта залишкових газів визначаємо за рівнянням:

$$\gamma_r = \frac{(T_\kappa + \Delta T) \cdot P_r}{T_r \cdot (\varepsilon P_a - P_r)} = \frac{(288 + 10) \cdot 0,105}{800 \cdot (17,3 \cdot 0,088 - 0,105)} = 0,028 \quad (3.3)$$

де ΔT – температура підігріву заряду на впуску, К для біодизеля відповідно становить приймаємо $\Delta T = 10 \text{ K}$.

Значення температури в кінці процесу впуску визначаємо за виразом:

$$T_a = \frac{T_\kappa + \Delta T + \gamma_r \cdot T_r}{1 + \gamma_r} = \frac{288 + 10 + 0,028 \cdot 800}{1 + 0,028} = 311,4 \text{ K.} \quad (3.4)$$

Коефіцієнт наповнення циліндра свіжим зарядом визначимо за рівнянням:

$$\eta_v = \frac{T_\kappa \cdot (\varepsilon \cdot P_a - P_r)}{(T_\kappa + \Delta T) \cdot (\varepsilon - 1) \cdot P_\kappa} = \frac{293 \cdot (16 \cdot 0,09 - 0,105)}{(293 + 30) \cdot (16 - 1) \cdot 0,1} = 0,84 \quad (3.5)$$

3.2.2 Процес стиску

Розрахунок процесу стиску розпочинаємо з визначення показника політропи стиску:

$$n_1 = 1,41 - 100 / n = 1,41 - 100 / 1800 = 1,346 \quad (3.6)$$

де n – частота обертання колінчатого вала, хв^{-1} .

Наступними показниками, які визначимо в процесі стиску будуть проміжні значення температури та тиску:

$$P_x = P_a (V_a / V_x)^n, \text{ МПа} \quad (3.7)$$

$$T_x = T_a (V_a / V_x)^{(n-1)}, \text{ К} \quad (3.8)$$

де P_x і T_x – проміжні значення тиску та температури свіжого заряду;

V_a і V_x – повний об'єм і проміжний об'єм циліндра над поршнем при проміжному положенні поршня x між ВМТ та НМТ. Результати розрахунку приведемо в табл.3.1

Визначимо значення температури T_c та тиску P_c по завершенню процесу стиску за рівнянням:

$$P_c = P_a \cdot \varepsilon_1^n = 0,08817,3^{1,346} = 4,09 \text{ МПа} \quad (3.9)$$

$$T_c = T_a \cdot \varepsilon_1^{(n-1)} = 311,417,3^{(1,346-1)} = 835,12 \text{ К} \quad (3.10)$$

3.2.3 Процес горіння

Теоретично обґрунтована кількість повітря l_0 для спалювання одного кілограма біопалива:

$$l_0 = \frac{1}{0,23} \cdot \left(\frac{8 \cdot C}{3} + 8H - O \right) = \frac{1}{0,23} \cdot \left(\frac{8 \cdot 0,857}{3} + 8 \cdot 0,133 - 0,01 \right) = 14,51 \text{ кг/кг}, \quad (3.11)$$

або

$$L^p_0 = \frac{1}{0,21} \cdot \left(\frac{C}{12} + \frac{H}{4} - \frac{O}{32} \right) = \frac{1}{0,21} \cdot \left(\frac{0,857}{12} + \frac{0,133}{4} - \frac{0,01}{32} \right) = 0,496 \text{ кмоль/кг}, \quad (3.12)$$

де 0,21 і 0,23 – вміст кисню в повітрі за масою та об'ємом:

C, H, O – кількість вуглецю, водню та кисню в паливі, кг/кг.

Молярну масу повітря визначимо за рівнянням:

$$m_B = \frac{l_0}{L_0} \cdot 14,51 = \frac{14,51}{0,496} = 29,21 \text{ кг/кмоль},$$

де $m_B = 29,21$ кг/кмоль – молярна маса повітря.

Визначимо необхідну кількість свіжого повітря:

$$M_1 = \alpha \cdot L_0 = 1,4 \cdot 0,49 = 0,7 \text{ кмоль} \quad (3.13)$$

Визначимо кількість відпрацьованих газів в свіжому заряді

$$M_2 = L_0 \cdot \alpha + H / 4 + O / 32 = 0,734 \quad (3.14)$$

Значення хімічного коефіцієнта молекулярної зміни визначимо за рівнянням:

$$\beta_0 = M_2 / M_1 = 0,73 / 0,7 = 1,048 \quad (3.15)$$

Тоді дійсний коефіцієнт молекулярної зміни буде дорівнювати:

$$\beta = (\beta_0 + \gamma r) / (1 + \gamma r) = (1,048 + 0,028) / (1 + 0,028) = 1,0467$$

Рівняння процесу горіння для роботи двигуна на біодизелі:

$$\beta \cdot MC_{pz} \cdot T_z = \frac{\zeta \cdot Q_H}{(1 + \alpha \cdot L_0^2) \cdot (1 + \gamma_r)} + (MC_{vc} + 8.314 \cdot \lambda) \cdot T_c \quad (3.16)$$

де Q_H - нижня теплота горіння палива кДж/кг;

ζ – коефіцієнт використання тепла, за експериментальними даними має значення 0,85...0,95 – для газодизелів.

$\lambda = P_z/P_c$ – ступінь підвищення тиску в процесі згорання;

MC_{vc} – молярна теплоємність паливо-повітряної суміші в кінці такту стиску;

MC_{pz} – молярна теплоємність продукту горіння, в кДж/(кмоль·град);

T_z і P_z – температура (К) і тиск (МПа) в кінці горіння;

Молярну теплоємність MC_{pz} записуємо як $A + B \cdot T_z$, підставляючи його в рівняння горіння:

Тоді:

$$MC_{vc} = 20,16 + 1,74 \cdot 10^{-3} \cdot T_c = 20,16 + 1,74 \cdot 10^{-3} \cdot 835,12 = 21,61 \quad (3.17)$$

$$A = 8,314 + (20,2 + 0,92 / \alpha) = 8,314 + (20,2 + 0,92 / 1,4) = 29,089$$

$$B = (15,5 + 13,8 / \alpha) \cdot 10^{-4} = (15,5 + 13,8 / 1,4) \cdot 10^{-4} = 24,1 \cdot 10^{-4}$$

$$MC_{pz} = 8,314 + (20,2 + 0,92 / \alpha) + (15,5 + 13,8 / \alpha) \cdot 10^{-4} \cdot T_z \quad (3.18)$$

$$MC_{pz} = 30,53 + 26,5 \cdot 10^{-4} \cdot 2083 = 29,17.$$

Ступінь зростання тиску в процесі згорання $\lambda = P_z / P_c$ для біодизеля приймаємо $\lambda = 1,6$

Температуру в кінці згорання T_z визначимо вирішивши квадратичне рівняння $a \cdot T_z^2 + b \cdot T_z + c = 0$:

Тоді

$$T_z = (-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}) / 2a \quad (3.19)$$

$$c = \left(\frac{\zeta \cdot Q_u^{zp}}{(1 + \alpha \cdot L_0^z) \cdot (1 + \gamma_r)} + (MC_{vc} + 8.314 \cdot \lambda) \cdot T_c \right) / \beta \quad (3.20)$$

$$T_z = (-30,53 + \sqrt{30,53^2 + 4 \cdot 0,00265 \cdot 75129}) / 2 \cdot 0,00265 = 2083,35 \text{ К.}$$

Значення тиску в кінці горіння визначмо за рівнянням

$$P_z = \lambda \cdot P_c = 1,6 \cdot 4,09 = 6,55 \text{ МПа} \quad (3.21)$$

3.2.4 Процес розширення

Процес розширення відбувається з ВМТ і складається з двох етапів розширення за постійного тиску (попереднє розширення) і розширення кінцеве за політропою.

Значення ступеня попереднього розширення визначимо за формулою:

$$\rho = V_\rho / V_c = (T_z \cdot \beta) / (\lambda \cdot T_c) = (2083,35 \cdot 1,046) / (1,6 \cdot 835,12) = 1,63 \quad (3.22)$$

Значення ступеня залишкового розширення визначимо за формулою:

$$\delta = V_b / V_\rho = \varepsilon / \rho = 17,3 / 1,63 = 10,6 \quad (3.23)$$

Проміжні значення тиску та температура в циліндрі на політропі розширення визначимо за виразами:

$$P_x = P_z (V_x / V_\rho)^{n_2}, \text{ МПа} \quad (3.24)$$

$$T_x = T_z (V_x / V_\rho)^{(n_2 - 1)}, \text{ К} \quad (3.25)$$

де P_x і T_x – проміжні значення тиску і температури відпрацьованих газів;

n_2 – коефіцієнт політропи розширення;

V_x – об'єм циліндра над поршнем при проміжному положенні поршня x відносно ВМТ.

$$n_2 = 1,22 + 130 / n = 1,22 + 130 / 1800 = 1,292 \quad (3.26)$$

Результати проведеного розрахунку представлено в таблиці 3.1.

Тиск і температура в кінці розширення

$$P_b = P_z / \delta^{n_2} = 6,55 / 10,6^{1,292} = 0,31 \text{ МПа} \quad (3.27)$$

$$T_\delta = T_z / \delta^{(n_2 - 1)} = 2083,35 / 10,6^{(1,292 - 1)} = 1045 \text{ К}. \quad (3.28)$$

3.2.5 Процес випуску

Значення тиску в процесі випуску залишається без змін:

$$P_r = (1,05 \dots 1,10) \cdot P_\kappa = 1,05 \cdot 0,1 = 0,105, \text{ МПа}.$$

Значення температури відпрацьованих газів визначимо за рівнянням:

$$T_r^1 = \frac{T_b}{\sqrt[3]{P_b / P_r}} = \frac{1045}{\sqrt[3]{0,31 / 0,105}} = 780,36 \text{ К} \quad (3.34)$$

Результати розрахунку температури ВГ не перевищують прийняті на початку розрахунку 5%, що доводить правильність проведених розрахунків теплового процесу. Результати розрахунку тиску на політропі стиску та розширення представлено в таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Результати розрахунку тиску при роботі на біодизелі

N/N	Проміжне значення об'єму V_x , мм	Стиск	Розширення
		$P_{ст}$, МПа	$P_{розш}$, МПа
1	10	4,092	6,547
2	20	1,610	5,034
3	30	0,933	2,981
4	50	0,469	1,540
5	80	0,249	0,839
6	120	0,144	0,497
7	173	0,088	0,310

Таблиця 3.2 – Результати розрахунку тиску при роботі на дизелі

N/N	Проміжне значення об'єму V_x , мм	Стиск	Розширення
		$P_{ст}$, МПа	$P_{розш}$, МПа
1	10	4,092	6,547
2	20	1,610	4,865
3	30	0,933	2,881
4	50	0,469	1,489
5	80	0,249	0,811
6	120	0,144	0,480
7	173	0,088	0,299

Загальні результати теплового розрахунку двигуна при роботі на біодизелі представлено в додатку А. Результати розрахунків теплового процесу при роботі двигуна на дизелі представлено в додатку Б.

3.2.6 Побудова індикаторної діаграми в координатах P–V

За результатами проведеного теплового розрахунку для двох варіантів будемо суміщену індикаторну діаграму. На вісі абсцис розмістимо об'єм циліндру, що змінюється в межах від V_c до V_a .

Значення зміни тиску таблиця 3.1 та 3.2 згідно робочого циклу відкладаємо на вісі ординат. Результати побудови суміщеної діаграми дизельного та газодизельного циклу наведено на рисунку 3.1.

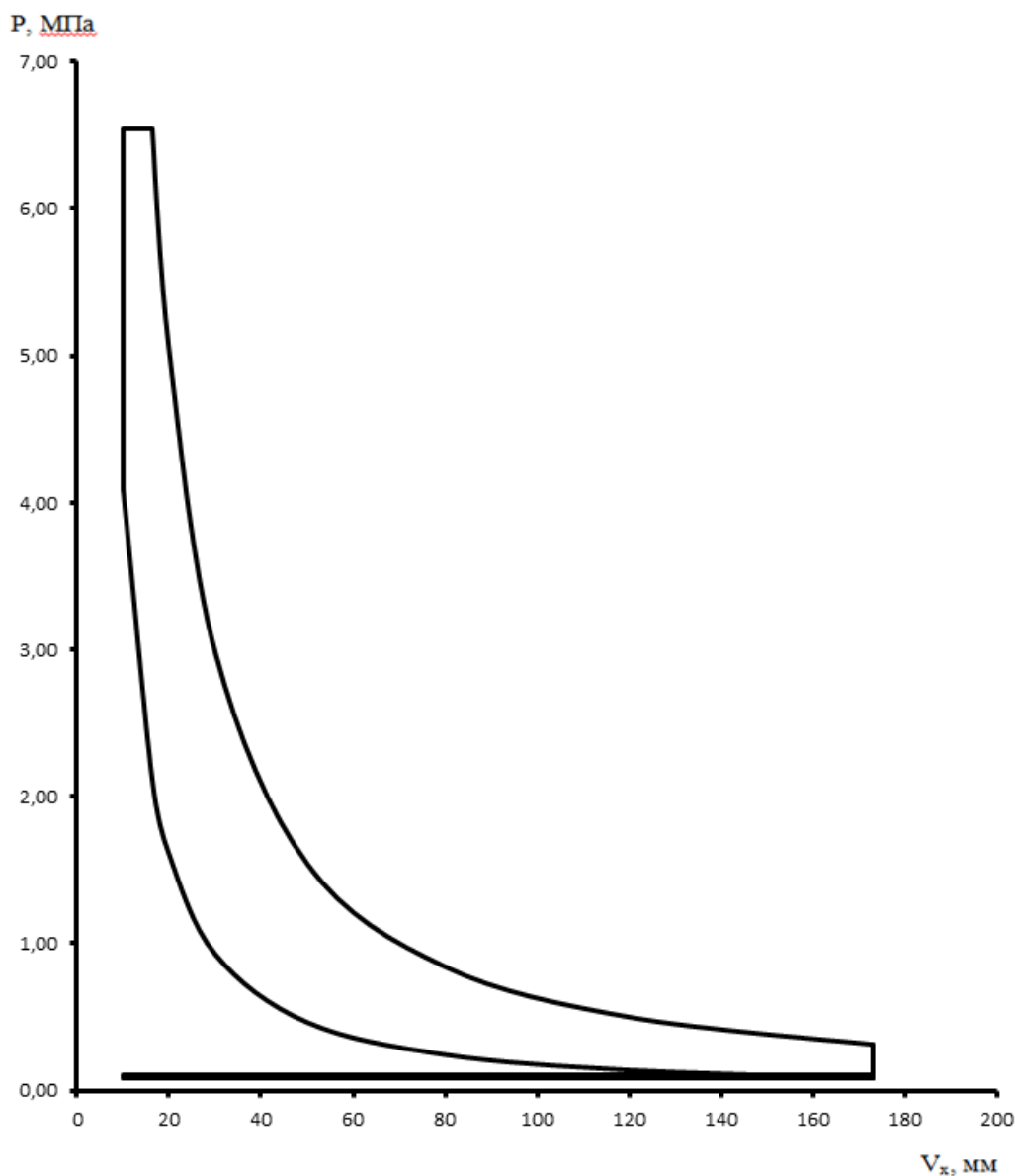


Рис. 3.1 Суміщена індикаторна діаграма двигуна Д-65Н

3.3 Розрахунок та побудова швидкісної характеристики двигуна

Розрахунок швидкісної характеристики двигуна Д-65Н виконаємо за табличним методом згідно загально прийнятої методики для двох варіантів використавши ЕОМ. Результати розрахунку для дизеля і біодизеля наведено відповідно в таблиці 3.5 та 3.6

Таблиця 3.6 – Результати розрахунку швидкісної характеристики ДВЗ при роботі на дизелі

Частота обертання КВ, хв^{-1}	Потужність, кВт	Крутний момент	Витрата палива	
			питома, $\text{г/кВт}\cdot\text{год}$	годинна, кг/год
n	N_e	M_k	g_e	G_t
360	8,13	215,7	342,6	2,78
720	19,60	260,1	279,2	5,47
1080	32,03	283,3	253,8	8,13
1440	41,59	275,9	241,1	10,03
1800	47,80	253,7	253,8	12,13
1926	0	0	400	3,64

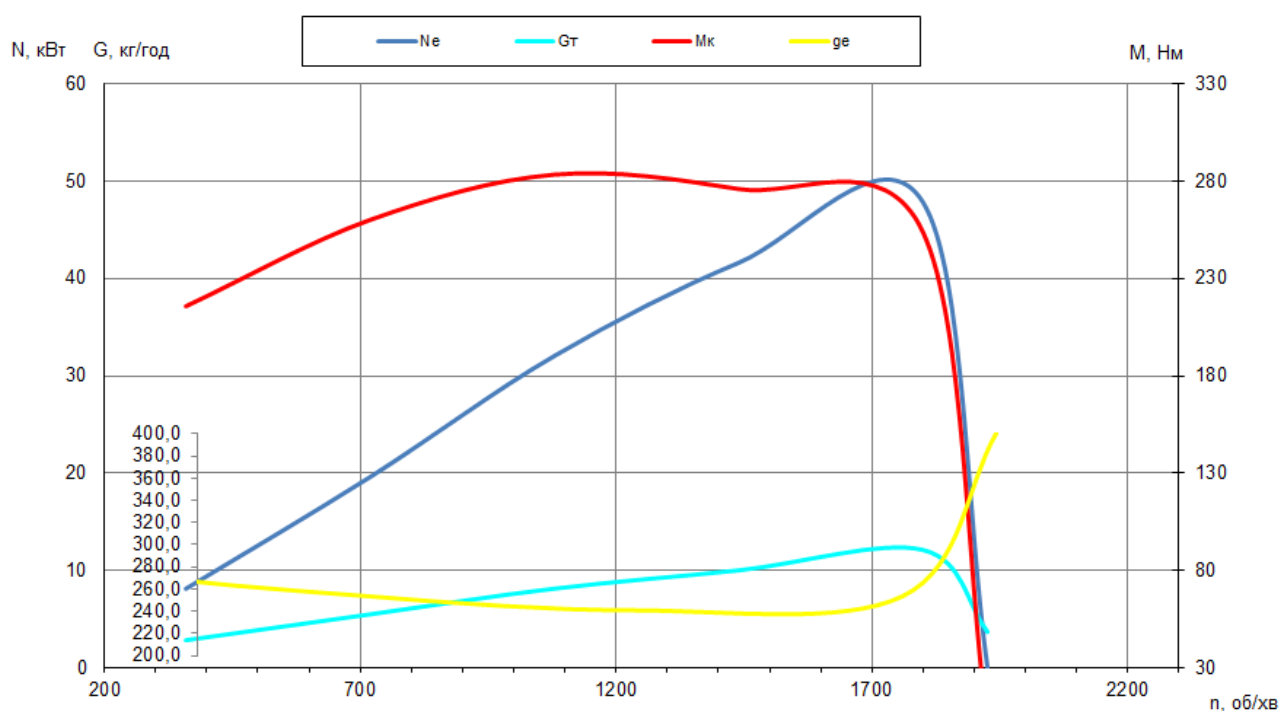


Рис. 3.2. Зовнішня швидкісна характеристика дизеля Д-65Н

Таблиця 3.6 – Результати розрахунку швидкісної характеристики ДВЗ при роботі на біодизелі

Частота обертання КВ, хв^{-1}	Потужність, кВт	Крутний момент	Витрата палива	
			питома, $\text{г/кВт}\cdot\text{год}$	годинна, кг/год
n	N_e	M_k	g_e	G_T
360	7,60	201,7	376,1	2,86
720	18,33	243,2	306,4	5,62
1080	29,95	265,0	278,6	8,34
1440	38,89	258,0	264,6	10,29
1800	44,70	237,3	278,6	12,45
1926	0	0	400	3,74

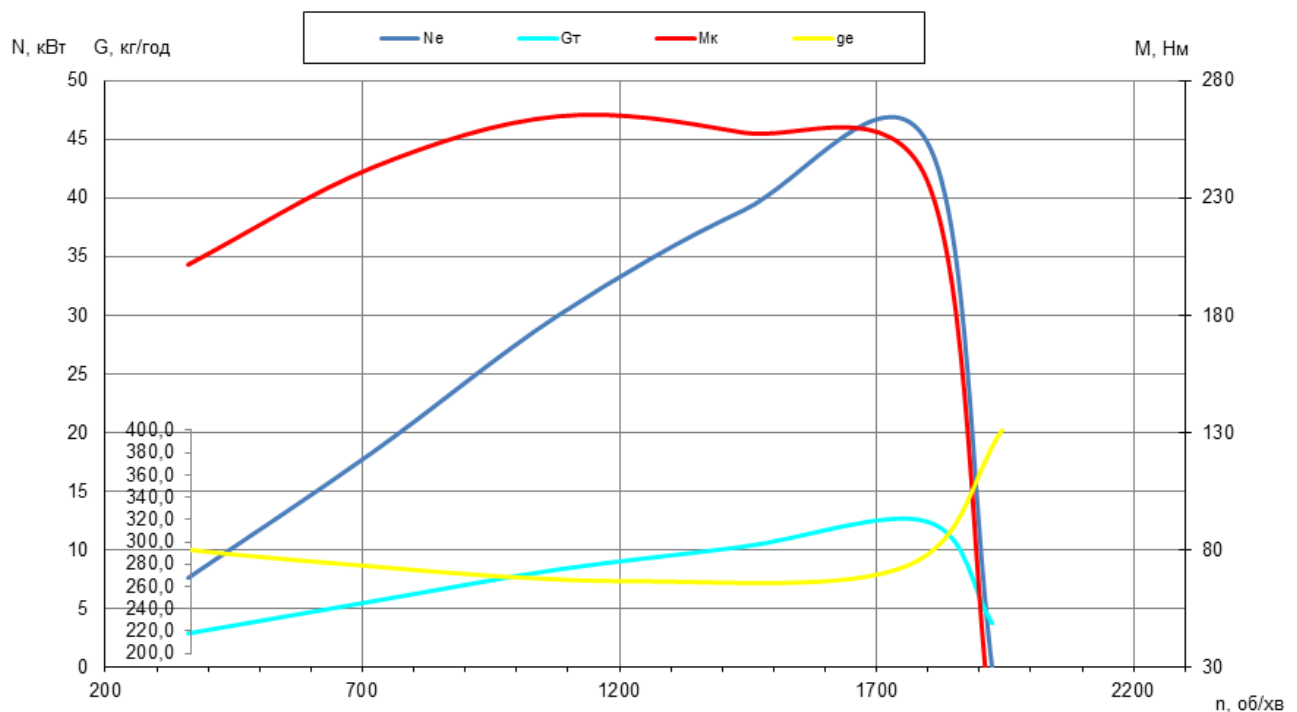


Рис. 3.3. Зовнішня швидкісна характеристика біодизеля Д-65Н

3.4 Розробка конструкції та розрахунок системи підігріву біопалива

За результатами проведеного аналізу способів підігріву біопалива найбільш актуальним в нашому випадку буде спосіб перехресного підігріву біопалива за рахунок теплопередачі від системи охолодження ДВЗ. На рисунку 3.4 представлено схему проточного теплообмінника з перехресною схемою теплопередачі.

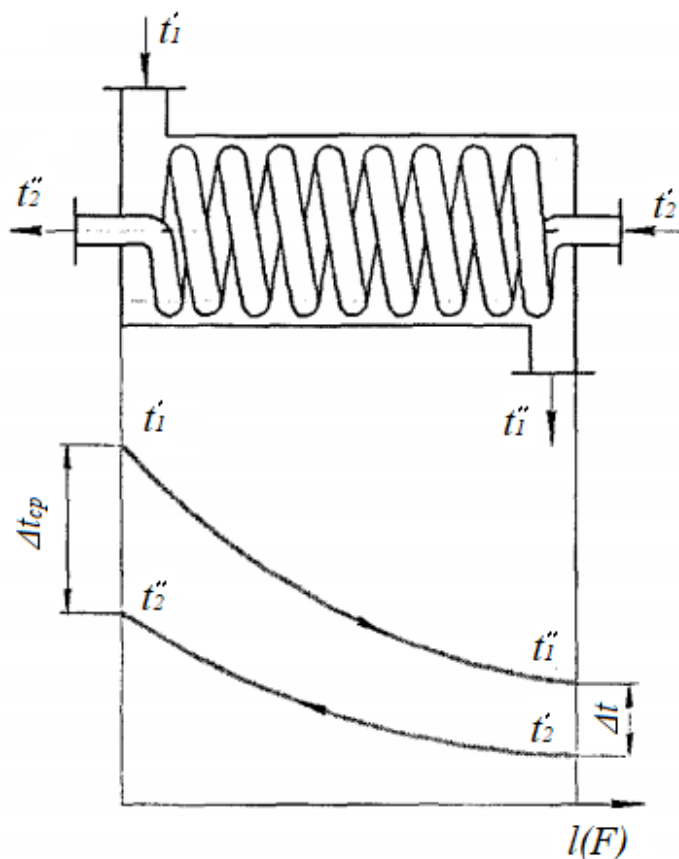


Рис. 3.4. Схема проточного теплообмінника

Використання перехресної схеми забезпечує найбільш ефективний процес теплообміну за рахунок однакових температур вхідних і вихідних теплоносіїв, що дозволяє реалізувати теплообмін за менших площ теплообмінника.

На рисунку 3.5 представлено схему нагріву біопалива перехресним способом з використанням робочої рідини системи охолодження в якості теплоносія. Нагрітий теплоносіє подається від системи охолодження ДВЗ 1 по лінії 2 на вхід змійовика 5 теплообмінника 7. Паралельно до змійовика надходить з бака 3 біопаливо де за рахунок перехресної взаємодії теплоносіїв через стінки

змійовика віддає тепло пальному. Підігрів здійснюється до температури 25-30 градусів контроль за якою здійснює терморегулятор 8. По мірі прогрівання палива термоголовка регулятора 8 зменшує прохід теплоносія по змійовику.

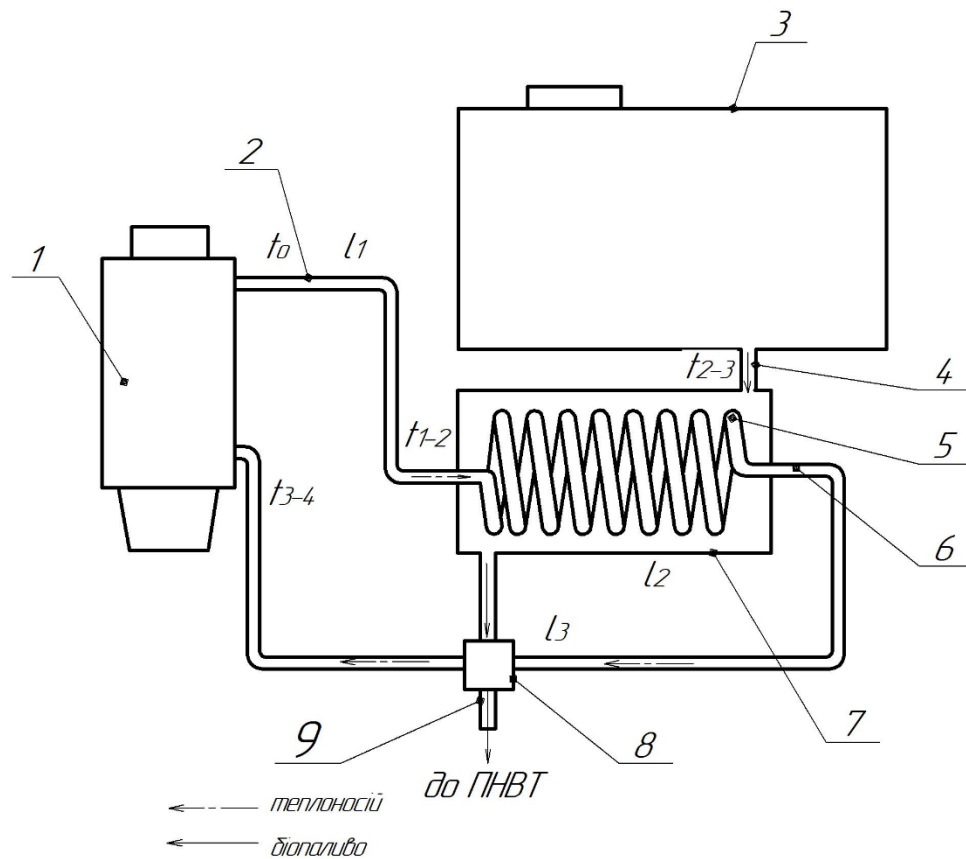


Рис. 3.5. Схема системи підігріву біопалива

- 1 – двигун внутрішнього згорання; 2 – лінія подачі теплоносія;
 3 – паливний бак; 4 – лінія подачі біопалива; 5 – змійовик теплообмінника; 6 – лінія зливу; 7 – корпус теплообмінника;
 8 – терморегулятор; 9 – лінія подачі нагрітого біопалива до ПНВТ

Основною вимогою що ставиться до системи підігріву біопалива являється підтримання його температури в межах 25-30 градусів, що забезпечить його надійну прокачувальну здатність за понижених температур навколишнього середовища.

Для виконання даної умови виконаємо розрахунок основних параметрів системи підігріву [22].

Значення довжини одного витка змійовика визначимо за виразом:

$$l = \pi \cdot D_{зм} \quad (3.35)$$

де $D_{зм}$ – діаметр одного витка змійовика, 0,08 м;

$$l = 3,14 \cdot 0,08 = 0,2512 \text{ м}$$

Значення площі поверхні нагрівання теплообмінника F визначимо за рівнянням:

$$F = \frac{Q}{k \cdot \Delta \bar{t}_{\text{ср.лог}}}, \quad (3.36)$$

де Q – значення потенційної теплової потужності, кВт, $Q = 4$ кВт;

k – коефіцієнт теплопередачі поверхні змійовика, $1000 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$

$\Delta \bar{t}_{\text{ср.лог}}$ – середньо логарифмічна різниця температури охолоджуючої рідини, °C ;

$$\Delta \bar{t}_{\text{ср.лог}} = \frac{t_o'' - t_o'}{\ln \frac{t_{\text{мер}} - t_o'}{t_{\text{мер}} - t_o''}} \quad (3.37)$$

де $t_{\text{мер}}$ – середня температура охолоджуючої рідини (теплоносія), 85 °C ;

t_o' – початкова температура біопалива, 0 °C ;

t_o'' – кінцева температура біопалива, 30 °C .

$$\Delta \bar{t}_{\text{ср.лог}} = \frac{30 - 0}{\ln \frac{85 - 0}{85 - 30}} = 68,9 \text{ C}^\circ$$

$$F = \frac{4 \cdot 10^3}{1000 \cdot 68,9} = 0,06 \text{ м}^2 \quad (3.38)$$

Значення довжини трубки змійовика L розрахуємо за формулою:

$$L = \frac{F}{\pi \cdot d} \quad (3.39)$$

де d – діаметр трубки змійовика теплообмінника, 0,010 м;

$$L = \frac{0,06}{3,14 \cdot 0,010} = 1,97 \text{ м}$$

Значення числа витків теплообмінника n розрахуємо за формулою:

$$n = \frac{L}{l} = \frac{1,97}{0,2512} \approx 8 \quad (3.40)$$

Значення загальної довжини змійовика L_3 визначимо за формулою:

$$L_3 = n \cdot h \quad (3.41)$$

де h – відстань між витками змійовика, 0,01 м;

$$L_3 = 8 \cdot (0,01 + 0,01) = 0,16 \text{ м}$$

3.5 Висновки

1. Розроблено схему живлення двигуна Д-65Н біопаливом.

2. За результатами теплового розрахунку встановлено, що переведення двигуна Д-65Н на живлення біопаливом суттєво не впливає на експлуатаційні показники його роботи параметру по тиску на всіх режимах робочого циклу не зазнають змін. В зв'язку з дещо нижчими показниками калорійності палива знижується значення ефективної потужності двигуна в межах 3 %. Вирішити дану проблему можна підвищивши циклову подачу палива.

3. Розроблено конструкцію системи підігріву палива та проведено основні конструктивні її розрахунки. Запропонована система забезпечить надійну подачу палива за знижених температур експлуатації ДВЗ на біопаливі.

Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

В умовах встановлення ринкової економіки проблеми безпеки життєдіяльності стають одним з найгостріших соціальних проблем. Враховуючи що травматизм в сільськогосподарському виробництві росте швидкими темпами, в його профілактиці виключно важлива роль заходів в сфері охорони праці.

Ключовим об'єктом в питанні охорони праці являється людина, що задіяна в виробничому процесі. Розробка вимог стосовно виробничої санітарії виконується з рахуванням результатів досліджень медичного та біологічного напрямку. Особливо тісний зв'язок існує між охороною праці, науковою організацією праці, ергономікою, інженерною психологією й технічною естетикою.

Також крім питань охорони праці в господарстві повинна приділятися увага охороні навколишнього середовища.

4.1 Охорона праці при виробництві біопалива

Працівники, зайняті в виробництві біопалива повинні проходити попередні та періодичні медичні огляди з обов'язковою участю алерголога. Для зниження вмісту пилу необхідно забезпечення герметичності обладнання та основних джерел пилоутворення згідно з ГОСТ 12.2.120-88 „Кабіни і робочі місця операторів тракторів і с/г машин”, ДСП 3.3.2.041-99 ”Санітарні правила по обладнанню та влаштуванню тракторів і с/г машин”, ГОСТ 12.1.005-88 „Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони” [23].

В виробничих приміщеннях проводити вологе прибирання, а також забезпечення ефективної вентиляції. Для зниження мікробного забруднення необхідно проводити дезинфекцію виробничих приміщень та технологічного обладнання дезинфектантами. Працівників на всіх технологічних етапах необхідно забезпечувати індивідуальними засобами захисту, в першу чергу, для захисту органів дихання – респіратори типу «Лепесток», «Сніжок», «Росток», 4 – шарова марлева пов'язка.

Підвищувати загальний санітарний рівень працюючих та дотримання правил особистої гігієни.

Головним питанням при виробництві біопалива є запобігання негативного впливу технологічного процесу і виробничих факторів на працівників шляхом використання ефективної вентиляції та засобів індивідуального захисту, спецодягу, респіраторів, захисних рукавиць, окулярів тощо.

Аспектами поліпшення умов праці є:

технічний – впровадження досконалих технологій отримання біопалива;
медичний -моніторинг стану здоров'я працюючих;

екологічний – моніторинг стану довкілля у зоні виробництва біопалива;

етичний – використання джерел енергії, які не погіршать стан довкілля та здоров'я працюючих та населення.

4.2 Забезпечення безпеки при зберіганні палива

При зберіганні палива необхідно передбачати заходи, що забезпечують повну безпеку при його зберіганні. Склади для зберігання палива обладнають засобами пожежогасіння, розташовують на ізольованій захищеній території і забезпечують устаткуванням для заправки паливом. Основними місцями зберігання і роздачі палива є автозаправні станції і заправні пункти.

Для зберігання паливо-мастильних матеріалів використовують стаціонарні та пересувні (металеві або залізобетонні) резервуари дерев'яні та сталеві бочки, металеві та гумовотканеві контейнери, сталеві, фанерні або пластмасові барабани, бідони з білої жерсті, оцинковані або пластмасові банки і туби, пляшки тощо [24]. На кожній бочці, бідоні та контейнері трафаретом або штампом, а на банках і тубах штампом або типографським способом незмиваємою фарбою роблять напис який містить найменування і марку продукту, стандарт, найменування або товарний знак виробника, масу бруто і нетто, дату виготовлення, номер партії та попереджувальні написи:

“Вогнебезпечно” – для світлих нафтопродуктів “Отрута” – для отруйних нафтопродуктів.

Якщо на тарі неможливо виконати такий напис її виконують на бірці (ярлиці), а на самій тарі ставлять штамп або роблять фарбою напис який містить найменування нафтопродукту і дату його виготовлення. На металевих і поліетиленових банках напис виконується на етикетці [25].

За рівнем вогнебезпечності автомобільне паливо, мастильні матеріальні та інші нафтопродукти поділяються на легкозаймисті та горючі матеріали. Кожну з цих груп поділяють на класи в залежності від температури спалаху.

Бідони з нафтопродуктами перевозять у дерев’яних ящиках, а скляні банки, пляшки і туби – у дерев’яних ящиках, ущільненими стружкою.

Зберігання палива, мастильних матеріалів та інших нафтопродуктів у бочках або іншій тарі допускається у виняткових випадках в сховищах побудованих з дотриманням пожежної безпеки. Пластичні змазки зберігають у тарі виробника [30].

Нафтопродукти в дрібній тарі зберігають на стелажах, піддонах чи штабелях захищаючи від прямих сонячних променів та атмосферних опадів, дотримуючись встановлених гарантійних термінів і пам’ятаючи про токсичність і вогнебезпечність. Бочки з нафтопродуктами не дозволяється ставити на землю (тільки на підкладках). При розміщенні бочок у два яруси верхні бочки встановлюють на підкладках (дошках) покладених на бочки першого ярусу. Ширина проходу між рядами бочок не менше 0,7м [24].

Паливо – мастильні матеріали наливають на спеціальних естакадах при температурі не вище температури початку кипіння конкретного продукту. Світлі нафтопродукти забороняється наливати вільно падаючим струменем. Після заповнення тару герметизують, а горловини цистерни – пломбують. Бідони і банки з паливо – мастильними матеріалами змащують по всій поверхні консервантами.

При зберіганні та транспортуванні нафтопродуктів, особливо світлих, можливі втрати через випаровування низькокипячих фракцій. Накопичується

пил, продукти корозії, вода і нерозчинні речовини. З метою зменшення втрат на випаровування палива при зберіганні резервуари герметизують. Для зниження нагріву поверхня резервуарів фарбується у білий чи сріблястий колір. [25].

4.3 Правила пожежної безпеки

Територія де проводиться зберігання палива та мастильних матеріалів повина бути прибраному стані без захаращень та знаходження зайвих предметів. Звільнена тара та пакувальний матеріал після використання утилізується до спеціально відведених для цього контейнерів.

На території відведеній для виготовлення біопалива необхідно дотримуватися правил спільного зберігання різних складових технологічного процесу виготовлення біопалива. Так зберігання легкозаймистих та горючих рідин здійснюється окремо від інших матеріалів. Сірчана і азотна кислоти зберігається окремо від рідин до складу яких входять вуглеводні.

Зберігання балонів з газами здійснюється в металевих боксах з запірною арматурою , що обмежує доступ сторонніх осіб.

Відкривання ємностей повинно виконуватися з використанням інструменту без іскроутворення.

Складське приміщення повинно бути чітко розділено на зони зберігання різного типу матеріалів, що використовуються для виробництва біопалива.

Зберігання горючих матеріалів здійснюється на відстані не менш 0,5 м від електроприладів і за 0,6 м відносно датчиків пожежної сигналізації і не менш ніж за 0,25 м до радіаторів центрального рідинного опалення.

З метою швидкої евакуації в випадку пожежі приміщення повинні бути обладнанні запасними виходами з вільним доступом та без перешкод у вигляді залишеного обладнання, тари чи матеріалів що зберігаються. При цьому ширина проходу запасного виходу повинна бути не менше центральних вхідних дверей. Відстань між стелажми для зберігання матеріалів повинна бути не одного метра.

У виробничих та складських приміщеннях забороняється:

- палити та використовувати відкритий вогонь
- проводити заварювальні роботи;
- блокувати підходи до протипожежного обладнання;
- використовувати електроприлади , які не мають відношення до складського приміщення.

4.4 Визначення необхідного повітрообміну та кратності складського приміщення [25]

Кількість шкідливих речовин, що виділяються в приміщенні $G=190$ г/год, гранично допустима концентрація шкідливих речовин $q_{ГДК}=29$ г/м³, об'єм приміщення складає 450 м³.

Повітрообмін приміщення визначаємо за формулою:

$$L = \frac{G \cdot 3600}{q_{ГДК} \cdot q_{np}}, \text{ м}^3/\text{ГОД} \quad (4.1)$$

де G – кількість шкідливих речовин, що виділяються у виробничому приміщенні, г/год;

$q_{ГДК}$ – гранично допустима концентрація шкідливих речовин в приміщенні, мг/м³;

q_{np} – концентрація шкідливих речовин у припливному повітрі, що подається в приміщення.

$$q_{np} = 0,3 \cdot q_{ГДК}, \text{ г/м}^3 \quad (4.2)$$

$$q_{np} = 0,3 \cdot 29 = 8,7 \text{ г/м}^3$$

$$L = \frac{190 \cdot 3600}{29 \cdot 8,7} = 2711,05 \text{ м}^3/\text{год}$$

Кратність приміщення визначаємо за формулою:

$$K = L/V_B \quad (4.3)$$

де L – повітрообмін; V_B – внутрішній вільний об'єм повітря.

$$V_B \approx 0,8 \cdot V = 0,8 \cdot 450 = 360 \text{ м}^3 \quad (4.4)$$

$$K = 2711,05/360 = 7,5$$

Таким чином виходячи з розрахунків повітрообмін складає $2711,05 \text{ м}^3$ та кратність 7,5.

4.5 Висновки

1. В даному розділі розглянуто питання охорони праці при виробництві та зберіганні біопалива, правила пожежної безпеки та правила безпеки в надзвичайних ситуаціях.

2. Проведено розрахунки повітрообміну та кратності складського приміщення для зберігання основних компонентів для виробництва біопалива.

Розділ 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ

Розрахунок економічної ефективності проекту виконаємо за двома варіантами в першому буде розглянуто експлуатацію трактора ЮМЗ-6 АК з використанням класичного дизельного палива а в другому виконаємо розрахунок при експлуатації трактора ЮМЗ-6 АК з використанням біопалива. Розрахунки виконаємо для двох варіантів при експлуатації трактора ЮМЗ-6 АК з плугом ПЛН-3-35. Розрахунок виконаємо за загально прийнятою методикою [31]. В таблиці 5.1 наведено вихідні дані для проведення розрахунку.

Таблиця 5.1 – Вихідні дані до розрахунку

№	Показник	Розмірність	Технологічна машина	
			Базова ЮМЗ-6 АК+ ПЛН-3-35	Проектована ЮМЗ-6 АКМ+ ПЛН-3-35
1.	Обсяг роботи	га	96	96
2.	Вид роботи	-	оранка	оранка
3.	Продуктивність	га/год	0,57	0,57
4.	Витрати ПММ	кг/га	20	20
5.	Вартість палива	грн/кг	52	40
6.	Вартість:	грн		
	- Трактора		980000	998000
	- Машини		45000	45000
	- Всього		1025000	1043000
7.	Кількість працівників	чол.	1	1
8	Тривалість зміни	год	7	7

Визначаємо змінну продуктивність агрегату:

$$W_{зм}^{\delta} = Q \cdot T_{зм} \quad 0,57 \cdot 7 = 3,99 \text{ га/зм}$$

$$W_{зм}^{\pi} = Q \cdot T_{зм} \quad 0,57 \cdot 7 = 3,99 \text{ га/зм}$$

де Q – продуктивність агрегату га/год;

$T_{зм}$ – тривалість зміни, год.

Значення витрат робочого часу агрегату визначимо за рівнянням:

$$B = \frac{m \cdot T_{зм}}{W_{зм}}, \frac{\text{люд-год}}{\text{га}} \quad (5.1)$$

де m – значення кількості робітників, чол;

$$B^{\delta} = \frac{1 \cdot 7}{3,99} = 1,75 \frac{\text{люд-год}}{\text{га}}$$

$$B^{\pi} = \frac{1 \cdot 7}{3,99} = 1,75 \frac{\text{люд-год}}{\text{га}}$$

Нормативне завантаження агрегату визначаємо за формулою:

$$T_n = \frac{W_p}{W_{год}}, \text{га} \quad (5.2)$$

W_p – значення річної продуктивності агрегату, га

$$T_n^{\delta} = \frac{96}{0,57} = 168,4 \text{ год}$$

$$T_n^{\pi} = \frac{96}{0,57} = 168,4 \text{ год}$$

Значення нормативних витрат на технічне обслуговування та ремонти визначимо за рівнянням:

$$T_{ni} = \frac{B \cdot 9,7\%}{T_n \cdot W_{год} \cdot 100\%}, \frac{грн}{га} \quad (5.3)$$

де B – значення балансової вартості агрегату, грн

$$T_{ni}^b = \frac{1025000 \cdot 9,7}{168,4 \cdot 0,57 \cdot 100} = 1035,6 \frac{грн}{га}$$

$$T_{ni}^n = \frac{1043000 \cdot 9,7}{168,4 \cdot 0,57 \cdot 100} = 1053,8 \frac{грн}{га}$$

Значення експлуатаційних витрат визначимо за рівнянням:

$$V_{\Sigma e} = 3n + G_{нмм} + T_p, \frac{грн}{га} \quad (5.4)$$

де $3n$ – значення заробітної платні, грн/га;

$G_{нмм}$ – значення витрат на експлуатаційні матеріали, грн/га;

T_p – значення витрат на ТО, ПР, КР та зберігання, грн/га.

Значення заробітної платні визначимо за рівнянням:

$$3n = \frac{T_c \cdot 1,2 \cdot 2,2}{W_{год}}, \frac{грн}{га} \quad (5.5)$$

де T_c – значення тарифної ставки, грн/год;

1,2 – значення коефіцієнту додаткової оплати праці;

2,2 – значення коефіцієнту нарахувань на соціальні міроприємства.

Значення тарифної ставки на оплату праці визначимо за формулою:

$$T_c = \frac{W\phi \cdot S_n}{W_n}, \text{ грн} \quad (5.6)$$

де S_n – оплата за нормований виробіток, $S_n = 500$ грн

W – нормована змінна продуктивність праці, га/зм.

$$W_n = 3,99 \text{ га/зм}$$

$$T_c^B = \frac{0,57 \cdot 500}{3,99} = 71,42 \text{ грн}$$

$$T_c^П = \frac{0,57 \cdot 500}{3,99} = 71,42 \text{ грн}$$

$$z_n^B = \frac{71,42 \cdot 1,2 \cdot 2,2}{0,57} = 330,82 \text{ грн/га}$$

$$z_n^П = \frac{71,42 \cdot 1,2 \cdot 2,2}{0,57} = 330,82 \text{ грн/га}$$

Значення амортизаційних відрахувань визначимо за формулою:

$$A_i = \frac{B \cdot a \cdot A_i}{T_n \cdot W_{год} \cdot 100} \text{ грн/га} \quad (5.7)$$

де $a \cdot A_i$ – нормоване відрахування на амортизацію машин, 15 %.

$$A_i^B = \frac{1025000 \cdot 15}{168,42 \cdot 0,57 \cdot 100} = 1601,6 \text{ грн/га}$$

$$A_I^{\pi} = \frac{1043000 \cdot 15}{168,42 \cdot 0,57 \cdot 100} = 1629 \text{ грн/га}$$

Значення витрат на експлуатаційні матеріали визначимо за рівнянням:

$$G_{\text{ПММ}} = g \cdot C, \text{ грн/га} \quad (5.8)$$

де g – значення витрати палива на 1 га, кг;

C – комплексна вартість паливо-мастильних матеріалів, грн/кг

Виходячи з досліджень, які були приведені в дійсній роботі ми маємо оптимальну суміш 50 % ДП + 50 % біопаливо. Так як виготовлення соєвої олії в нас здійснюється безпосередньо в господарстві то затрати на придбання палива для проектного варіанту у нас будуть в кількості 50 % від базового.

За даними з операційно-технологічної карти на основний обробіток витрата становить $g^6 = 20$ кг/га.

Тоді:

$$G_{\text{ПММ}}^6 = 20 \cdot 52 = 1040 \text{ грн/га}$$

$$G_{\text{ПММ}}^{\pi} = 20 \cdot 40 = 800 \text{ грн/га}$$

Значення витрат на обслуговування та ремонти визначимо за рівнянням:

$$T_p = \frac{K \cdot T_{\text{ні}}}{W_{\text{год}}}, \text{ грн/га} \quad (5.9)$$

де K – значення коефіцієнту умовного еталонного трактору, $K = 0,7$.

$$T_p^B = \frac{1035,6 \cdot 0,7}{0,57} = 1271,8 \text{ грн/га}$$

$$T_p^{\Pi} = \frac{1053,8 \cdot 0,7}{0,57} = 1294,2 \text{ грн/га}$$

Значення сумарних експлуатаційних витрат визначимо за рівнянням (5.4):

$$V_{\Sigma E}^B = 330,82 + 1601,6 + 1040 + 1271 = 4244,3 \text{ грн/га}$$

$$V_{\Sigma E}^{\Pi} = 330,82 + 1629 + 800 + 1294,2 = 4054,7 \text{ грн/га}$$

Значення експлуатаційних витрат на весь обсяг робіт визначимо за рівнянням:

$$V_e = V_{se} \cdot W_p, \text{ грн} \quad (5.10)$$

$$V_e^B = 4244,3 \cdot 96 = 407450,27 \text{ грн}$$

$$V_e^{\Pi} = 4054,7 \cdot 96 = 389254,48 \text{ грн}$$

Значення капітальних вкладень на 1 гектар визначимо за рівнянням:

$$K_B^B = \frac{B}{W_p}, \text{ грн} \quad (5.11)$$

$$K_B^B = \frac{1025000}{96} = 10677,08 \text{ грн/га}$$

$$K_B^{\Pi} = \frac{1043000}{96} = 10864,58 \text{ грн/га}$$

Значення приведених витрат на 1 гектар визначимо за рівнянням:

$$P_{в1} = V_{\Sigma e} + 0,15 \cdot K_B, \text{ грн} \quad (5.12)$$

$$\Pi_{B1}^{\delta} = 4244,3 + 0,15 \cdot 10677,08 = 5845,8 \text{ грн/га}$$

$$\Pi_{B1}^n = 4054,7 + 0,15 \cdot 10864,58 = 5684,4 \text{ грн/га}$$

Значення приведених витрат на весь обсяг робіт визначимо за рівнянням:

$$\Pi_{B2} = \Pi_{B1} \cdot W_p, \text{ грн} \quad (5.13)$$

$$\Pi_{B2}^{\delta} = 5845,8 \cdot 96 = 561200,3 \text{ грн}$$

$$\Pi_{B2}^n = 5684,4 \cdot 96 = 545704,5 \text{ грн}$$

Річний економічний ефект визначимо за формулою:

$$E_p = \Pi_{B2}^{\delta} - \Pi_{B2}^n, \text{ грн} \quad (5.14)$$

$$E_p = 561200,3 - 545704,5 = 15495,8 \text{ грн}$$

Значення терміну окупності визначимо за формулою:

$$T_{ок} = \frac{B^n - B^{\delta}}{E_p}, \text{ років} \quad (5.15)$$

$$T_{ок} = \frac{1025000 - 1043000}{15495,8} = 1,16 \text{ року}$$

Результати розрахунку зведемо в таблицю 5.2

Таблиця 5.2 – Економічні показники проекту

Показники	Варіанти	Проектний варіант в
-----------	----------	------------------------

	Базовий	Проектний	(+/-) до базового
Вартість машинного агрегату, грн	1025000	1043000	18000
Обсяг роботи, га	96	96	-
Вид виконаних робіт	оранка	оранка	-
Витрати на пальне, грн/га	1040	800	-240
Витрати на заробітну платню, грн/га	330,82	330,82	0
Витрати на технічне обслуговування та ремонти, грн/га	1271,8	1294,2	22,4
Амортизаційні відрахування, грн	1601,5	1629	27,5
Експлуатаційні витрати, грн/га	4244,3	4054,7	-189,6
Економічний ефект проекту, грн	15495,8		
Термін окупності проекту, років	1,16		

Висновки

Як показують розрахунки проведене удосконалення двигуна Д-65Н трактора ЮМЗ-6АКМ дозволяє отримати річний економічний ефект в 15495 грн, що дозволяє окупити витрати на удосконалення на протязі 1,16 року.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Врахувавши результати проведеного аналізу господарської діяльності в дійсній кваліфікаційній роботі поставлено завдання вирішити питання зниження

витрат на пальне, які складають близько 60% від загальних витрат при вирощуванні сільськогосподарських культур, шляхом удосконалення системи живлення тракторного дизеля Д-65Н для роботи на біопаливі

2. Для вирішення поставленої задачі в другому розділі розглянуто об'єкт модернізації та можливість його адаптації для роботи на біопаливі. Проведено аналіз літературних джерел в реалізації систем живлення дизельних двигунів при роботі на біологічному паливі. За результатами проведеного аналізу обрано спосіб підігріву біодизеля.

3. В третьому розділі розроблено схему живлення двигуна Д-65Н біопаливом. За результатами теплового розрахунку встановлено, що переведення двигуна Д-65Н на живлення біопаливом суттєво не впливає на експлуатаційні показники його роботи параметру по тиску на всіх режимах робочого циклу не зазнають змін. В зв'язку з дещо нижчими показниками калорійності палива знижується значення ефективної потужності двигуна в межах 3 %. Вирішити дану проблему можна підвищивши циклову подачу палива.

Розроблено конструкцію системи підігріву палива та проведено основні конструктивні її розрахунки. Запропонована система забезпечить надійну подачу палива за знижених температур експлуатації ДВЗ на біопаливі.

4. В четвертому розділі кваліфікаційної роботи розглянуто питання охорони праці при виробництві та зберіганні біопалива, правила пожежної безпеки та правила безпеки в надзвичайних ситуаціях. Проведено розрахунки повітрообміну та кратності складського приміщення для зберігання основних компонентів для виробництва біопалива.

5. За результатами проведеного економічного розрахунку доведено економічну ефективність запропонованого удосконалення системи живлення для експлуатації двигуна Д-65Н на біопаливі. Так річний економічний ефект

склав 15495 грн, що дозволяє окупити витрати на удосконалення системи живлення на протязі 1,16 року.

ЛІТЕРАТУРА

1. <http://www.golos.com.ua/article/168653>.

2. Мельниченко В.І. Способи поліпшення екологічних, паливних та потужнісних показників трактора Т-150К в умовах рядової експлуатації.- Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук праць / Ін-т геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України.- Дніпропетровськ, 2005.- Вип. 60.- С. 183-186.

3. Мельниченко В.І., Лифенко Р.А., Головченко С.С., Чуйко А.Ю. Показники роботи трактора Т-150К з дизелем СМД-62 з серійним паливним насосом і універсальним регулятором.- Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук праць/ Ін-т геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України.- Дніпропетровськ, 2006.- Вип. 63.- С. 217-221.

4. Охмат П.К., Мельниченко В.І., Бойко В.Б., Клименко О.В., Чупілко А.Ю. Показники роботи трактора Т-150К з дизелем СМД-62 зі серійним паливним насосом і від'ємним коректором.- Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. № 1, 2010.- С. 84-87.

5. Мельниченко В.І. Деякі загальні відомості про особливості виробництва, будови і роботи сучасних транспортних засобів ведучих фірм світу: Монографія.- Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2016.- 186 с.

6. Г.А. Вершина, О. С. Бистренков. Способи організації робочого процесу біодизельного двигуна Г. Наука та техніка. – БНТУ. – 2017. – №17. С.383-389

7. Б. С. Маріянко. Дослідження впливу на показники біодизеля вдосконалення системи живлення застосуванням пристрою підігріву палива. Наукові праці ВНТУ. – 2014, № 2. – С. 24-29

8. <https://yuzhmash.com> › traktorne-virobnitstvo

9. <https://vseomtz.ua/uzli-traktorov/dvigatel-yumz>

10. Калетнік Г.М., Гончарук І.В. Економічні розрахунки потенціалу виробництва відновлювальної біоенергії у формуванні енергетичної незалежності агропромислового комплексу. Економіка АПК. 2020. № 9. С. 6–16.

11. Мазур К.В., Гончарук Я.В. Тенденції та умови ефективного функціонування сировинної бази підприємств АПК. The scientific heritage. 2020. N 49. P. 5. p. 29–39.

12. Furman I.V., Ratushnyak N.O. (2021). Perspektyvy vyrobnytstva biopalyv v umovakh reformuvannya zemel'nykh vidnosyn [Prospects for the production of biofuels in terms of reforming land relations]. *Ekonomika, finansy, menedzhment: aktual'ni pytannya nauky i praktyky*, 3 (57), 53–68.

13. Кобець А.С., Бутенко В.Г., Дирда В.І., Кухаренко П.М., Улексін В.О., Мельниченко В.І., Яцук В.М. Деякі аспекти використання біологічного палива на основі метилового ефіру рослинного походження/ Геотехнічна механіка. Збірник ІГТМ ім. М.С. Полякова НАН України. – Дніпропетровськ, 2007. – Вип. 70. – С. 155-161.

14. Патент на корисну модель № 125234. Система живлення дизельного двигуна з електронним регулюванням складу суміші. Гунько І. В, Пришляк В. М., П'ясецький А. А. Патент опубліковано 10.05.2018, бюл. № 9

15. А.с. № 821776 МКІ F15B 21/04. Система регулювання температури робочої рідини /С І. Васільєв, В.А., В.П. Павлов. - 3 с: іл. Бюлетень №12 від 15.04.91.

16. Трактори Білорусь МТЗ-1221. Керівництво по експлуатації трактора. – Мінськ, 2010. – 117 с.

17. Власівець, П.М. Підігрієш робочу рідину - паливо заощадиш / П.М. Власівець // Сільський механізатор. - 2002. - №11, С.26

18. Яцковський В. І. Сучасні методи розрахунків ДВЗ / В. І. Яцковський, І. В. Гунько, О. В. Гуцаленко. – Вінниця : РВВ ВНАУ, 2016. – 132 с.

19. Улексін В.О. Тягово-динамічні якості і паливна економічність тягово-транспортних машин: Методичні вказівки до першої частини розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Трактори та автомобілі» «Розрахунок автотракторного двигуна».- Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2015. 76 с.

20. Ніколаєнко А.В. Теорія, конструкція та розрахунок автотракторних двигунів / О.В. Ніколаєнко. -М. : Колос, 1984. - 335 с., Іл.

21. Сандомирський М. Г. Трактори та автомобілі. Ч. І. Автотракторні двигуни : навч. посіб. / [М. Г. Сандомирський, М. Ф. Бойко, А. Т. Лебедев та ін.] ; за ред. проф. А. Т. Лебедева. – К. : Вища школа., 2000. – 357 с. : іл.

22. Миронов, М.Р. Брижа, В.Б. Бойко, О.В. Золотовська. Теплотехніка.- К.: ІНКОС, 2005. – 400 с.
23. Закон України «Про охорону праці» в редакції від 21 листопада 2002 р.
24. Сакун М. М. Основи охорони праці: навч.- метод. посіб. / М.М. Сакун, І.В. Москалюк. – Одеса: ВМВ, 2010. – 160 с.
25. Гряник Г. М. Охорона праці: підруч. / Г.М. Гряник, С.Д. Лехман, Д.А. Бутко та ін. – К.: Урожай, 1994. – 272 с.
26. С.С. Черниш. Економічний аналіз. - К: видавничий центр учбової літератури, 2010. – 313 с.

Додаток А

Результати теплового розрахунку дизеля Д-65Н при роботі на біопаливі

Результати розрахунків			
N	Назва показника	Позн.	Значення
1	Парам. залишкових газів	P_r	0,105
2	Прийнята температура . ВГ	T_r	800
3	ВПУСК : втрати тиску. в вп. сист.	ΔP_a	0,012
4	Коеф. залишкових газів	γ_r	0,028
5	Підігрів на впуску	ΔT	10
6	Коеф. наповнення	γ_v	0,84
7	Температ. в кінці впуску	T_a	311,4
8	Стиск: показ. політропи стиску	n_1	1,346
9	Тиск. в кінці стиску	P_c	4,09
10	Темпер. в кінці стиску	T_c	835,12
11	Мольн. тепл. в кінці стиску	MC_{vc}	21,61
12	Горіння: коеф. викор. тепла	ξ	0,85
13	Ступінь підвищення тиску	λ	1,6
14	A	MC_{pz}	29,89
15	B	MC_{pz}	0,00241
16	Темп. в кінці горіння	T_z	2083,35
17	Тиск. в кінці горіння	P_z	6,55
18	Розшир: ступінь попереднього розшир.	ρ	1,63
19	Показ. політр. розширення	n_2	1,292
20	Тиск в кінці розширення	P_b	0,31
21	Температура в кінці розширен.	T_b	1045
22	Випуск: розрах. темп. в кінці вип.	T_r'	780,36

Додаток Б

Результати теплового розрахунку двигуна Д-65Н при роботі на дизелі

Результати розрахунків			
N	Назва показника	Позн.	Значення
1	Частота обертання колінчастого валу	n	1800
2	Номінальна потужність	Ne	47,8
3	Число циліндрів	i	4
4	Ступінь стиску	ϵ	17,3
5	Коеф. надлишку повітря	a	1,6
6	Нижня теплота згорання дизеля	Q_H	42,5
7	Парам. роб. тіла: вуглецю	C	0,857
8	водню	H	0,133
9	кисню	O	0,01
10	Молекулярна маса парів палива	M_m	190
11	Параметри навк. Серед.; тиск	P_o	0,1
12	температура	T_o	288
13			
14	Парам. залишкових газів	P_r	0,105
15	Прийнята температура . ВГ	T_r	800
16	ВПУСК : втрати тиску. в вп. сист.	ΔPa	0,012
17	Коеф. залишкових газів	γ_r	0,028
18	Підігрів на впуску	ΔT	15
19	Коеф. наповнення	γ_v	0,83
20	Температ. в кінці впуску	T_a	316,5
21	Стиск: показ. політропи стиску	n_1	1,346
22	Тиск. в кінці стиску	P_c	4,09
23	Темпер. в кінці стиску	T_c	848,75
24	Мольн. тепл. в кінці стиску	MC_{vc}	21,63
25	Горіння коеф. викор. тепла	ξ	0,85
26	Ступінь підвищення тиску	λ	1,6
27	A	$MC_{p\lambda}$	29,089
28	B	$MC_{p\lambda}$	0,00241
29	Темп. в кінці горіння	T_z	2073,71
30	Тиск. в кінці горіння	P_z	6,55
31	Розшир: ступінь попереднього розшир.	ρ	1,59
32	Показ. політр. розширення	n_2	1,292
33	Тиск в кінці розширення	P_b	0,30
34	Температура в кінці розширен.	T_b	1032
35	Випуск: розрах. темп. в кінці вип.	T_r'	772,12

