

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Первомайський навчально-науковий інститут

Кафедра «Енергетичне машинобудування»

«Допущений до захисту»
Завідувач кафедри

_____ 2023 р.
« ____ » _____

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

на тему: Вдосконалення паливної системи газодизельного двигуна шляхом використання синтез-газу.

Виконав:

студент групи 61-ТЕМмаг-22

_____ ***Мокроусов Д.С.***
(підпис)

Керівник роботи:

доцент кафедри ІМ та ТМ, к.т.н., доцент
(посада, науковий ступень, вчене звання)

_____ ***Познанський А.С.***
(підпис)

Первомайськ - 2023 р.

АНОТАЦІЯ

В магістерській роботі наведені результати проектування двигуна внутрішнього згоряння, який працює на синтез-газі потужністю 600 кВт для стаціонарної електричної станції.

В якості базового був обраний двигун 8ЧН 25/34, який виробляється на підприємстві ПЕРВОМАЙСЬКДИЗЕЛЬМАШ (м. Первомайськ, Миколаївської обл.). В якості робочого циклу був обраний цикл з домішкою дизельного палива та газотурбінним наддувом, що забезпечує достатньо високі показники ДВЗ.

В роботі виконані розрахунки робочого циклу ДВЗ, а також розроблена паливна система з клапанною подачею синтез-газу. Також наведені заходи щодо забезпечення вимог екології та охорони праці.

Розрахунки, наведені у даній роботі, довели доцільність використання синтез-газу на двигуні 8ЧН 25/34 у складі стаціонарної електричної станції.

Магістерська робота викладена українською мовою на 78 сторінках розрахунково – пояснювальної записки, використано 10 літературних джерел. Графічна частина представлена на 5 кресленнях формату А1.

ABSTRACT

The master's thesis presents the results of designing an internal combustion engine that runs on synthetic gas with a capacity of 600 kW for a stationary power station.

An 8-cylinder four-stroke engine with 25/34 supercharging, which is produced at the PERVOMAYSKDIZELMASH enterprise (Pervomaisk, Mykolaiv region), was chosen as the base engine. As a working cycle, a cycle with diesel fuel admixture and gas turbine supercharging was chosen, which provides sufficiently high performance of the internal combustion engine.

In the work, calculations of the internal combustion engine operating cycle were performed, as well as a fuel system with a valve supply of synthetic gas was developed. Measures to ensure the requirements of ecology and labor protection are also given.

The calculations given in this work proved the feasibility of using synthetic gas on the 8-cylinder four-stroke engine with 25/34 supercharging as part of a stationary power station.

The master's thesis is written in Ukrainian on 78 pages of an explanatory note, 10 literary sources are used. The graphic part is presented on 5 drawings of A1 format.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ЗАСТОСУВАННЯ ДВИГУНА ТИПУ 8ЧН25/34 ДЛЯ СТАЦІОНАРНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ	7
1.1 Опис електростанції	7
1.2 Опис двигуна типу 8ЧН 25/34	9
1.3 Обґрунтування перевodu роботи двигуна на синтез-газ	19
РОЗДІЛ 2. МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧОГО ЦИКЛУ ДВИГУНА ТИПУ 8ЧН 25/34	20
2.1 Вимоги до проектового двигуна	20
2.2 Розрахунок робочого циклу двигуна	21
2.3 Розрахунок та побудова індикаторної діаграми	27
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПОДАЧІ СИНТЕЗ-ГАЗУ ДВИГУНА 8ЧН 25/34	30
3.1 Загальна характеристика синтез-газу	30
3.2 Специфіка робочого процесу поршневого двигуна при роботі на газовому паливі	33
3.3 Конструктивні особливості газових двигунів	36
3.4 Розрахунок паливної системи двигуна типу 8ЧН 25/34	41
РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	50
4.1 Розрахунок рівня шуму і вібрації в приміщенні електростанції	50
4.2 Охорона навколишнього середовища	58

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розробив		Мокроусов Д.С.			Пояснювальна записка			Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевірів		Познанський А.С								4	78
Н. контр.		Познанський А.С						61-ТЕМмаг-22			
Затвердив		Нестеренко В.В.									

ВИСНОВКИ 69

ЛІТЕРАТУРА 70

ДОДАТКИ 71

1. Газодизельна електростанція Ф-А1
2. Поперечний переріз двигуна 8ЧН 25/34 Ф-А1
3. Повздовжній переріз двигуна 8ЧН 25/34 Ф-А1
4. Клапан подачі газового палива Ф-А1
5. Схема паливної системи Ф-А1

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						5
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Відповідно до завдання кафедри представлена магістерська робота по вдосконалення паливної системи газодизельного агрегату на базі двигуна 8ЧН 25/34 потужністю 600 кВт, який призначений для роботи на стаціонарній електростанції.

В даний час, коли значно зросли і продовжують підвищуватися ціни на рідкі нафтопродукти, стало актуальним шукати альтернативні види палива, якими є газ і мінеральні палива. Одним з перспективних на сьогодні є синтез-газ, що отримується паровою конверсією метану.

В даній магістерській роботі розглядається можливість експлуатації двигуна 8ЧН 25/34 на суміші синтез-газу та дизельного палива.

Вважаю, що розроблена модифікація двигуна, дозволить в короткі терміни одержати двигун здатний на рівних конкурувати з двигунами того ж типорозмірного ряду.

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						6
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1. ЗАСТОСУВАННЯ ДВИГУНА ТИПУ 8ЧН25/34 ДЛЯ СТАЦІОНАРНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

1.1. Опис електростанції

Електростанція на базі двигуна 8ЧН25/34, яка представлена на рис.1.1 та рис.1.2 призначена для забезпечення електричної енергії промислового заводу по переробці природного газу у синтез-газ. Вона складається з силової установки (поз.1) в яку входить: двигун типу 8ЧН25/34 та генератор електричною потужністю 600 кВт, встановлені на загальній рамі. Потужності даної установки вистачить забезпечити споживачів загальною потужністю 600 кВт.

Силова установка розташована на масивному фундаменті для зменшення вібрації та шуму [1].

В машинному приміщенні електростанції знаходиться також обладнання обслуговуюче двигун, а саме: стаціонарні циркуляційні насоси охолодження (поз.7), балони пускового повітря (поз.4), балон господарських потреб (поз.3), та компресори (поз.6).

На першому поверсі в щитовому приміщенні знаходяться розподільчі електричні щити (поз.11), та щит заземлення (поз.8).

Над щитовим приміщенням, на другому поверсі розташований, звукоізований пост керування, що має гарний огляд машинного приміщення. Він обладнаний пультом керування (поз.10) та приладними панелями, на яких імітовані схеми систем обслуговуючих установку, з точками від яких потрапляє інформація про стан установки (температура та

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						7
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

тиск робочих рідин, газу повітря, також контролюється частота обертання колінчатого валу).

В машинному приміщенні біля двигуна, розташований приладний щит (поз.12) з контрольною та пусковою апаратурою.

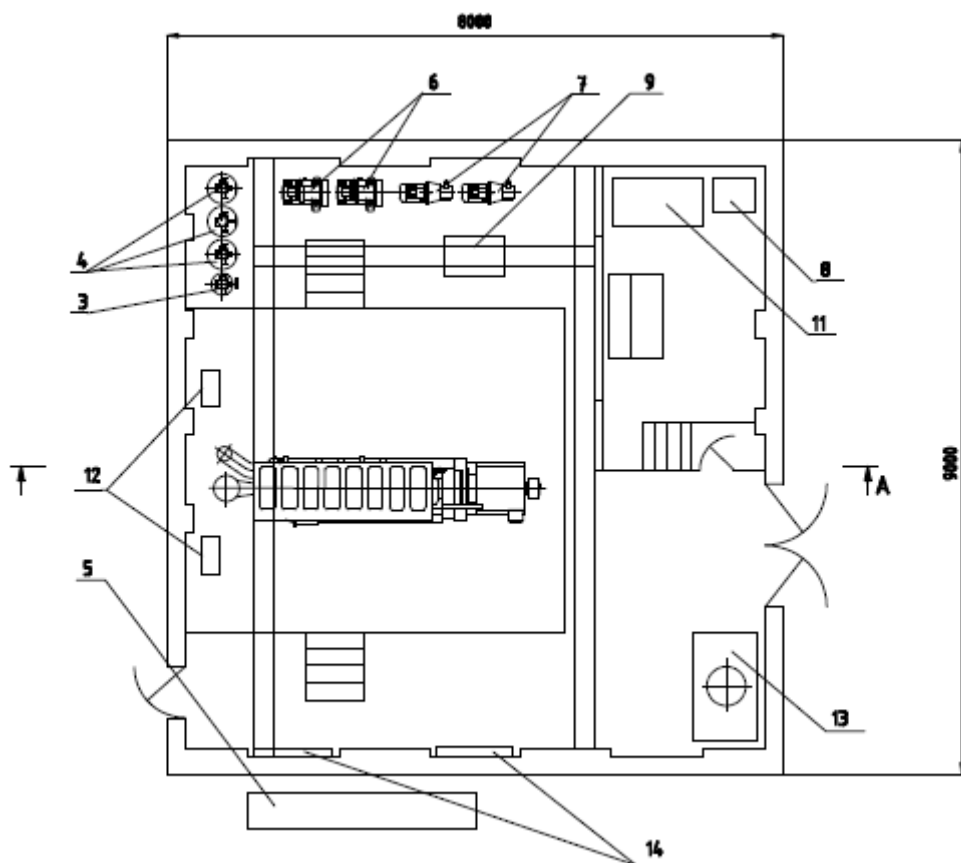


Рис.1.1. Загальне розташування обладнання в приміщенні електростанції потужністю 600 кВт. Вид зверху.

Блок повітряного охолодження циркуляційної води зовнішнього контуру (поз. 5), що складається з вентилятора та радіатора винесений з приміщення.

Вентиляція двигуна складається з легкоз'ємного зонта (поз.2), від якого повітря потрапляє до витяжного трубопроводу.

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		8

Машинне приміщення обслуговується 15-тонним мостовим краном (поз.9), що має висячу колодку з кнопками керування.

Також в приміщенні знаходяться протипожежні щити (поз.14).

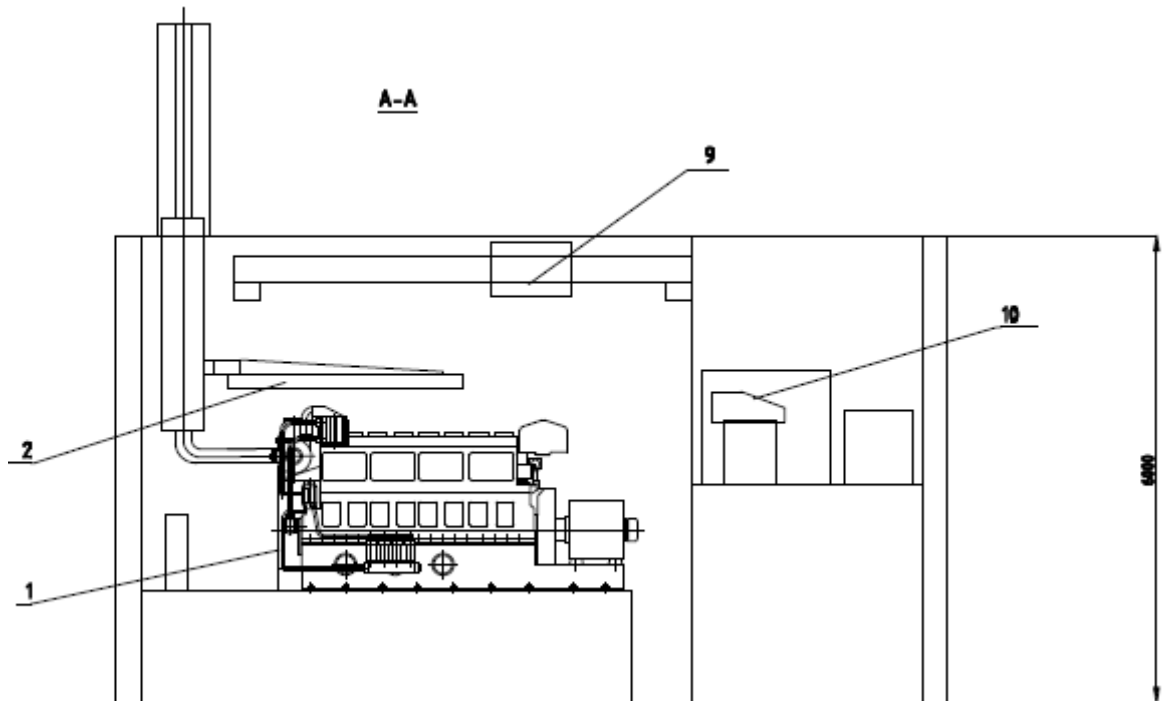


Рис.1.2. Загальне розташування обладнання в приміщенні електростанції потужністю 600 кВт. Вид збоку.

1.2. Опис двигуна типу 8ЧН 25/34

Конструкція дизеля 8ЧН25/34 типова для чотиритактних дизелів середньої потужності стаціонарного і суднового типів. Дизель 8ЧН25/34 з'єднується з генератором і встановлюється на суднових і стаціонарних електростанціях.

Дизель має газотурбінне наддування. Осьова імпульсна турбіна використовує енергію випускних газів і служить для приводу відцентрового

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						9
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

компресора, що подає повітря під тиском 0,24 МПа у впускний трубопровід. Турбіна і компресор установлені на одному валу й об'єднані в одному агрегаті — турбокомпресорі типу ТК 23.

Деталі остову дизеля відливаються з чавуна. До них відносяться: фундаментна рама з маслозбірником, блок-картер і окремі на кожен циліндр кришки. Блок-картер з'єднується з фундаментною рамою анкерними болтами. Кришки циліндрів кріпляться до блоку-картера шпильками.

Командні механізми системи керування і пуску двигуна розміщені на посту керування. До них відносяться механізми, за допомогою яких провадиться пуск і зупинка двигуна і регулювання числа оборотів колінчатого вала. Двигун обладнаний пневматичною системою пуску.

Система змащення комбінована. З порожнини фундаментної рами двигуна мастило через сітчастий фільтр надходить в відкачуючу секцію шестерного масляного насоса і подається через фільтр грубого очищення у видатковий масляний бак. Відтіля нагнітаюча секція насоса подає мастило через другий фільтр грубого очищення і холодильник у головну масляну магістраль. Рівнобіжно мастило проходить через фільтр тонкого очищення. Перед пуском до поверхонь тертя, ручним поршневым насосом нагнітається мастило.

Система охолодження двоконтурна. Циркуляція води в сорочці двигуна створюється одним відцентровим насосом, а іншим прокачується забортна вода через холодильники води й масла.

Технічні характеристики проектного двигуна

Діаметр циліндра D.....0,25 м

Хід поршня S.....0,34 м

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						10
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Ефективна потужність двигуна N_e600 кВт

Частота обертання n500 хв⁻¹

Двигун, який проектується відноситься до середньо-обертових дизельних двигунів. Дизель 8ЧН25/34 – чотирьохтактний, тронковий простої дії, з газотурбінним наддувом, нереверсивний, з циліндровою потужністю $N_{e\pi}=75$ кВт при 500 об/хв.

Дизель призначений для використання в якості приводу електричного генератора. В процесі проектування дизеля враховувались високі теплові і механічні навантаження на деталі і вузли дизеля. Були також враховані вимоги, які вимагаються від дизелів:

- забезпечення високої економічності;
- висока надійність і довговічність роботи;
- забезпечення допустимого рівня шуму і вібрації;
- здатність до ремонту і обслуговування.

Питання компоновання і конструкції дизеля вирішувались з урахуванням вище перерахованих вимог. При розробленні аналізувалися загальні компоновання, конструкції окремих вузлів і деталей.

Опис складальних частин двигуна

Фундаментна рама вилита з чавуну, суцільна, коритоподібної форми, забезпечена поперечними перегородками, посилена ребрами. Внутрішня порожнина рами призначена для збору масла, яке стікає з деталей двигуна які підлягають тертю, і масла після охолодження поршня.

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						11
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

В постелях, розташованих в поперечних перегородках рами і кришках, встановлюються вкладиші рамових підшипників колінчастого валу.

Двигун 8ЧН25/34 має дев'ять рамових підшипників. Останній підшипник, якщо рахувати зі сторони маховика, упорний. З обох сторін по всій довжині, фундаментна рама має приливні лапи з отворами для болтів кріплення двигуна до фундаменту.

З сторони вільного кінця валу двигуна до рами кріпиться кришка, на яку встановлюються два водяних та масляних насоси, а зі сторони маховика кожух фланця колінчастого валу і масло відбивним кільцем та сальниковим ущільнюванням.

В днищі, з двох кінців фундаментної рами є два зливних отвори, до яких кріпиться два зливних трубопроводи.

На бокових стінках рами з внутрішньої сторони є приливи, на яких встановлюються масло-заспокійливі сітки.

На площині роз'єму блоку з рамою є канавка, в яку вкладається ущільнювальний гумовий шнур.

Блок-картер чавунний. У верхній частині блоку розміщені втулки робочих циліндрів. Простір між втулками і стінками блоку служить для циркуляції холодної води. Порожнина охолодження ущільнюється мідною прокладкою, що встановлюється під верхній борт втулки і двома гумовими кільцями, розташованими в кільцевих виточках нижнього поясу втулки робочого циліндра.

В протоку на верхньому торці втулки робочого циліндра встановлюється мідна прокладка. В отворах поперечних перегородок встановлюються анкерні пов'язі. Нижня частина блоку є частиною картера двигуна. Зі сторони розподілення по всій довжині блоку є горизонтальна

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						12
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

полиця, на якій встановлені корпуси штовхачів впускних і випускних клапанів.

В порожнині під полицею розташований підшипник розподільного валу, один з яких (перший від маховика) упорний. Порожнина закрита щитами.

Для доступу до механізму руху і рамових підшипників в нижній частині блоку з обох сторін передбачені люки зачинені кришками.

На кришках люків зі сторони випуску встановлені запобіжні клапани. До переднього торця блока кріпиться кожух шестерень приводу насосів та щит з кронштейнами для встановлення турбокомпресора. До заднього торця блоку кріпляться валик з комплектом проміжних шестерень, кожух шестерень приводу розподільного валу і щит з кронштейном для встановлення щита приладів.

У верхню полицю блока вкручені шпильки для кріплення кришок робочих циліндрів. Верхня частина бокових сторін блоку закрита щитами.

Кожен *рамовий підшипник* складається з нижнього і верхнього вкладишів, кришки підшипників з деталями кріплення. Вкладиші сталєво-бабітові. Від обертання і осьового зміщення вкладиші утримуються виступами.

Упорний вкладиш від маховика має бронзові на півкільця, розташовані у виточках фундаментної рами. Упорні на півкільця можуть вийматися без виймання колінчастого валу.

Вкладиші у вільному стані мають перевищення по площині роз'єму відносно розточок в кришці і рамі, дякуючи чому після обтиску підшипника забезпечується щільне прилягання зовнішніх поверхонь вкладишів до поверхонь розточок в кришці рами. Вкладиші підшипників можуть

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						13
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

вийматися та встановлюватися без виймання колінчастого валу за допомогою спеціальних пристроїв.

Мастило в підшипники надходить з головної магістралі по трубі і отвору в кришці. З рамового підшипника, масло по каналам в колінчастому валі подається до шатунних підшипників.

Звідти масло по каналам в стержнях шатуна подається до головних підшипників і на охолодження головки поршня.

Кільцева канавка на внутрішній поверхні верхнього вкладишу рамового підшипника забезпечує безперервне надходження масла до шатунних підшипників.

Втулка робочого циліндра виготовлена з чавуну, вставна. Нижній край втулки не закріплений. Верхній борт втулки високий та товстостінний. В ньому розташовані свердлення під нахилом по по всьому колу втулки, які призначені для протікання охолоджуючої рідини. На кінці борту розташована кільцева виточка для ущільнювального гумового кільця.

Під час роботи двигуна, втулки змащуються мастилом, яке подається на дзеркало втулки циліндра рухомими частинами колінчастого валу та шатуна. Для кращого прироблення циліндро-поршневої групи (ЦПГ) дизеля внутрішня поверхня втулки фосфатується.

Кришка робочого циліндра виготовлена з чавуну, окрема для кожного циліндру, кріпиться до блок-картеру чотирма шпильками, які затягуються в перехресному порядку. Величина витяжки шпильок повинна бути в межах 0.3 - 0.33 мм. На днищі кришки є борт, який входить в проточку на втулці робочого циліндру. Під борт для ущільнення камери згоряння встановлюється прокладка з відпаленої червоної міді. Вибором товщини цієї прокладки встановлюється висота камери згоряння. На стояках встановлена

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						14
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

вісь, на якій розташовані два коромисла для приводу робочих клапанів. Змащення їх підшипників відбувається мастилом з системи мащення двигуна. На одному кінці коромисла є регулюючий гвинт з кухлевою головкою, що входить у сферичне заглиблення верхнього наконечника штанги штовхача.

В центрі кришки розташована форсунка, яка кріпиться двома шпильками та фланцем. Для ущільнення торцевих поверхонь між форсункою та кришкою встановлюється мідна прокладка.

В кришці є два газових канали, які за допомогою впускних та випускних клапанів циліндр дизеля сполучають з впускним та випускним колекторами.

Впускні та випускні клапани відрізняються за конструкцією. У випускних клапанів перехід від тарілки до штоку виготовлений ступінчастим, а у впускного плавно. При установці клапанів необхідно звернути увагу та встановити в отвори, які їм відповідають. Клапани виготовлені з жаростійкої сталі.

Направляючі втулки запресовані в кришку. Клапани притерті до сідел і притемнюються до них зовнішньою та внутрішньою пружинами. Верхні кінці пружини втираються в тарілку, яка з'єднана зі штоком клапана конусним розрізним замком.

Фаски випускних клапанів дизельного двигуна мають наплавку з твердого сплаву. Сідла виготовлені з високоміцного сплаву, запресовані в днище кришки. Сідла клапанів охолоджуються водою. На кришці зі сторони випуску розміщений пусковий клапан, зі сторони впуску запобіжний клапан.

На кришці розташований також декомпресійний клапан, на вільному кінці якого є різьба для кріплення пристрою, з метою визначення

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						15
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

максимального тиску згоряння в циліндрі. Вогневе днище виконане товстостінним, має радіальні свердлення, для кращого відводу тепла.

Водяна порожнина утворена стінками та двома днищами. Охолоджена вода, яка виходить від поверхонь, які виконані у верхньому бурті втулки циліндру, поступає в кільцеву порожнину між буртом та кришкою. Цей кільцевий простір закривається сталевною втулкою, яка утворює сорочку. Вона ущільнюється двома гумовими кільцями на втулці та кришці. Вода з кільцевого простору поступає у систему радіальних сверделень, які виконані у вогневому днищі кришки, а потім крізь вісім сверделень у центрі кришки перетікає у загальну порожнину кришки, де охолоджує інші елементи кришки.

Для очищення водяної порожнини кришки, є люки закриті кришками.

Кривошипно-шатунний механізм (КШМ), до якого входять: колінчастий вал, шатуни та поршні, призначений для перетворення поступального руху поршня у обертальний рух колінчастого валу.

Колінчастий вал сталевий, суцільний, має вісім рамових, шість шатунних шийок. Для дизеля 8ЧН25/34 кривошипи розташовані по відношенню один до одного під кутом 90°.

Масло з канавок рамових підшипників надходить до шатунних підшипників по каналам, які з'єднують рамові шийки з шатунними, минаючи внутрішні порожнини шийок.

Свердлення в останній рамовій шийці глухе, служить для встановлення спеціального пристрою, за допомогою якого зайвий вкладиш рамового підшипника викочують. Для викочування вкладишів останніх підшипників використовуються свердлення для проходу масла.

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						16
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

На передньому кінці колінчастого валу встановлені шестерні привода масляного та водяного насосів, приводи первинного перетворювача тахометра K18031.

Шестерня приводу масляного насосу жорстко з'єднана болтами, штифтами, з демпферуючою шестерною водяних насосів, пружними елементами якої є шість пружин. Демпферуюча шестерня жорстко з'єднана з колінчастим валом за допомогою шпонки. Це забезпечує надійну роботу зубчатих зачеплень привода водяних насосів.

Від осьового зміщення демпферуюча шестерня утримується опорним кільцем та чотирма болтами. Маховик за допомогою шпонки з'єднаний з колінчастим валом і стримується від вістового зміщення опорним кільцем з однієї сторони та буртами колінчастого валу з другої.

На задньому торці валу є борт, який упирається в торець опорного підшипника та попереджує вістове зміщення валу.

На фланці валу насаджена шестерня колінчастого валу, яка служить для приводу розподільного валу і утримується від вістового переміщення шістьма пружинами. За останньою рамовою шпилькою валу є масло відбивач, який перешкоджає проникненню масла, яке виходить з останнього рамового підшипника, на фланець, до якого кріпиться маховик.

Шатун виготовлений з вуглецевої сталі, штампований. Стержень шатуна двотаврового перерізу має масляний канал, по якому з нижньої головки до верхньої надходить масло. Верхня голівка шатуна має скоси.

У розточку верхньої голівки шатуна запресована втулка, яка являється головним підшипником. На зовнішній поверхні втулки виготовлена шлицева канавка. Масло з каналу в стержні шатуна надходить до кільцевої

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						17
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

канавки у верхній головці шатуна, а потім крізь отвори у втулці до поршневого пальця.

У нижній голівці шатуна розташовані тонкостінні вкладиші шатунного підшипника, які виготовленні зі сталі-бабіту. Від повертання та осьового зміщення вкладиші утримуються шатунними шпильками.

Вкладиші мають перевищення розміру по площині роз'єму в кришці, дякуючи чому після обтискання підшипника забезпечується щільне прилягання зовнішніх поверхонь вкладишу.

Поршень та шатун з'єднуються сталним пустотілим *поршневим пальцем*. Зовнішня поверхня пальця цементована і загартована. Від вістового зміщення палець втримується стопорними кільцями, які встановлені в кільцевих канавках внутрішніх бобишках поршня.

На кінцях поршневого пальця встановлено заглушки, які на зовнішньому діаметрі мають кільцеву канавку установки ущільнювальних кілець. Заглушки утримуються пружинними стопорними кільцями. Одна з заглушок має в центрі різьбовий отвір для зняття їх з поршневого пальця. Поршень охолоджується маслом, яке з шатунної шийки крізь маслопровідні канали подається до поршневого пальця.

Крізь отвори в середній частині пальця масло підводиться до внутрішньої порожнини пальця, а потім крізь отвори, які знаходяться на кінцях поршневого пальця, в кільцеву канавку, та отвори (які виконані в бобиках поршня) в охолоджуючу порожнину поршня. Залишки масла крізь отвір в голівці поршня стікає в картер. На поршні виконані чотири канавки, в яких розташовані поршневі кільця, в верхній частині поршня розташовані три компресійних кільця, а в нижній маслосборне кільце.

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						18
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Компресійні кільця мають в розтині прямокутну форму, замок косий. Верхнє компресійне кільце на боковій поверхні має зносостійке покриття. Маслоз'ємні кільця коробчатого типу, при контакті з втулкою знімається надлишок масла двома гострими кромками.

Для підвищення радіального тиску на стінку циліндру кільце постачається розширювачами (експандерами) з витих пружин.

Поршневі кільця не зафіксовуються від провертання в канавках. При встановленні поршня у втулку циліндра замки поршневих кілець повинні бути зміщені відносно один одного на кут 120° та розташовані по гвинтовій лінії.

1.3. Обґрунтування переводу роботи двигуна на синтез-газ

Експлуатація ДВЗ, працюючого на різних видах палива є досить перспективною, що пов'язано з малою залежністю від роду палива, а це в свою чергу, робить таку експлуатацію економічно вигідною, як по умовам доставки, вартості та іншим факторам [2].

В даній магістерській роботі розглядаються можливості експлуатації двигуна 8ЧН 25/34 на суміші синтез-газу та дизельного палива. Слід відзначити, що переведення на газорідинний цикл тягне за собою витрати на виготовлення двигуна, так як в паливну систему повинні входити елементи, які дозволяють двигуну працювати на газу.

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						19
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2. МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧОГО ЦИКЛУ ДВИГУНА ТИПУ 8ЧН 25/34

2.1. Вимоги до проектованого двигуна

Для забезпечення економічності потрібно звернути увагу на всі параметри, що впливають на витрату палива і мастила.

Крім відпрацювання параметрів робочого циклу двигуна, що забезпечують високий механічний ККД, необхідно раціонально сконструювати системи двигуна, вибрати оптимальний режим охолодження тощо.

Надійність двигуна забезпечується раціональною конструкцією, відсутністю погрішності в розрахунках, особливо на міцність. Повинні бути враховані умови роботи двигуна, що можуть виникнути в процесі експлуатації. Припустимий рівень шуму і вібрації забезпечується установкою глушителів шуму, конструктивними заходами зниження шуму у вузлах двигуна. Токсичність вихлопних газів двигуна знижується при правильному виборі параметрів згоряння палива, кута випередження подачі палива, коефіцієнта надлишку повітря.

Зниження токсичності парів палива й мастила забезпечується надійною конструкцією паливної і масляної системи. Надійність і безвідмовність системи пуску впливає на рівень надійності двигуна [6].

При конструюванні варто забезпечити, легкий доступ до основних вузлів двигуна, максимально забезпечити взаємозамінність деталей, забезпечити вільний демонтаж поршня із шатуном через циліндр.

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						20
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Двигун не повинний бути захищений трубопроводами, по можливості потрібно уникати навішаних деталей там, де їх можна розташувати окремо. Таким чином, при сукупності конструктивних рішень, ретельного доведення двигуна на іспитах і в процесі експлуатації, можна створити дизель, що стоїть на рівні найвищих сучасних вимог.

Застосування двигуна в складі дизельної електростанції обумовлює такі параметри, як частота обертання і потужність, вимоги до системи регулювання частоти обертання, особливо жорсткі, тому що необхідно забезпечити згоджену роботу на всіх режимах експлуатації.

2.2. Розрахунок робочого циклу двигуна

Розрахунковий цикл поршневого двигуна внутрішнього згоряння значно відрізняється від ідеальних циклів. В розрахунковому циклі двигуна внутрішнього згоряння змінюється кількість робочого тіла, його состав і фізичні властивості. Внаслідок кінцевої швидкості згоряння та дисоціації продуктів згоряння прихована в паливі хімічна енергія виділяється не миттєво. В процесі розширення проходять догоряння палива та відновлення дисоційованих газів, з виділенням тепла. В розрахунковому циклі робоче тіло не можна приймати з постійними теплоємностями, так як температура та состав газів в циліндрі значно змінюються. В розрахунковому циклі також маються теплові та аеродинамічні втрати [4].

Крім розрахункового треба розглядати ще дійсний цикл, котрий здійснюється в працюючому двигуні і в наступний час не може бути точно описаним із за недосконалості розрахункових методик та складності

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						21
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

процесів, що протікають в ньому. Чим більш досконала методика теплового розрахунку, тим більш ближче розрахунковий цикл до дійсного.

В даній магістерській роботі використовується класична методика теплового розрахунку, розроблена В. І. Гріневецьким і далі вдосконаленого Є. К. Мазінгом.

Метод теплового розрахунку заснований на загально відомих положеннях термодинаміки та термохімії, достатньо повно охоплює сутність теплових явищ, що протікають в робочому циліндрі і представляє собою інженерне аналітичне дослідження [7].

На його основі можливо:

- кількісно оцінити ці явища як при проектуванні так і при дослідженні побудованого двигуна;
- дати уяву про основні параметри циклу та фактори, що впливають на процеси робочого циклу;
- визначити розрахункові значення параметрів стану робочого тіла в характерних точках розрахункового циклу, а також ефективні показники, що характеризують роботу двигуна в цілому.

Метод забезпечує достатню задовільну для практики точність розрахунків, не дивлячись на те, що цикл, що проходить в двигуні описується найпростішими термодинамічними процесами і вводиться ряд опитних коефіцієнтів, які оцінюють реальні умови протікання робочих процесів в двигуні [5].

Розрахунок робочого циклу зроблений за допомогою персонального комп'ютера в програмі Matcad.

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						22
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Температура навколишнього повітря T_0 . Приймаємо $T_0 = 297 \text{ K}$.

Тиск навколишнього повітря p_0 . В усіх випадках варто приймати $p_0 = 0,103 \text{ МПа}$ (стандартні атмосферні умови).

Ступінь стиску ε . При призначенні ступеня стиску варто враховувати розміри циліндра і спосіб сумішоутворення. При нерозділеній камері згоряння для СОД $\varepsilon = 10 \dots 14$. Приймаємо $\varepsilon = 10$.

Коефіцієнт залишкових газів γ_r . Вплив на значення цього коефіцієнту завдають тип двигуна, особливості повітропостачання і газообміну. Приймаємо $\gamma_r = 0,05$.

Коефіцієнт використання теплоти в точці z (ξ_z), та в точці b (ξ_b). Ця величина змінюється в широких межах і залежить від ступеня досконалості двигуна. Найкраще ці величини призначити після аналізу теплового балансу двигунів, близьких до проектованого. Приймаємо $\xi_z = 0,89$; $\xi_b = 0,91$.

Ступінь підвищення тиску при згорянні λ . Для високо форсованих двигунів $\lambda = 1,3 \dots 2,0$ [1]. Приймаємо $\lambda = 1,2$.

Підігрів заряду від стінок циліндру ΔT_a . Приймаємо $\Delta T_a = 10 \text{ K}$.

Коефіцієнт скруглення індикаторної діаграми ζ . Величину цього коефіцієнту вибирають на підставі дослідних даних, звертають на тип двигуна та особливості системи газообміну. Для чотирьохтактних двигунів $\zeta = 0,92 \dots 0,98$. Приймаємо $\zeta = 0,98$.

Механічний ККД двигуна η_m . Для СОД у яких $D_{\text{ц}} < 300$ та $p_k > 0,2$ η_m знаходиться у межах $0,80 \dots 0,89$. Приймаємо $\eta_m = 0,89$.

Зменшення тиску у повітроохолоджувачі $\Delta P_{\text{ох}}$. Повітроохолоджувач представляє собою опір на шляху повітря, тому у ньому відбувається зменшення тиску повітря. Приймаємо $\Delta P_{\text{ох}} = 0,003 \text{ МПа}$.

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						23
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Температура залишкових газів T_r . Для двигунів такого типу T_r знаходиться у межах 600...900 К. Приймаємо $T_r = 800$ К.

Хімічний склад палива. Розрахунок проводиться для двигуна, який працює на змішаному паливі. В якості запальної суміші використовують дизельне паливо. Кількість дизельного палива у складі складає 10%. Масовий склад дизельного пального [3]:

Вуглець – C = 0,87 кг;

Водень – H = 0,13 кг;

Сірка – S = 0 кг;

Кисень – O = 0 кг.

Об'ємний склад синтез-газу:

Окис вуглецю CO=0,45

Водень H₂=0,25

Метан CH₄=0,3.

Нижча теплота згоряння палива $Q_{нд}$. Для дизельного пального приймаємо $Q_{нд} = 42500$ кДж/кг, для синтез-газу $Q_{нд} = 19152$ кДж/м³.

Коефіцієнт тактності Z. Це кількість робочих ходів поршня за один оберт колінчатого валу. $Z = 0,5$.

Вихідні дані

Діаметр циліндра, D (м)	0,25
Ход поршня, S (м)	0,34
Частота обертання, n хв ⁻¹	500
Коефіцієнт тактності, Z	0,5
Кількість циліндрів, i	8

Тиск наддуву, P_k (МПа)	0,22
Тиск навколишнього середовища, P_o (МПа)	0,103
Показник політропи стиску в компресорі, n_k	1,8
Температура навколишнього середовища, T_o (К)	297
Коефіцієнт надлишку повітря для згоряння α	2
Коефіцієнт продувки, φ_a	1,05
Коефіцієнт залишкових газів, γ_r	0,05
Коефіцієнт використання теплоти в точці z, ξ_z	0,89
Коефіцієнт використання теплоти в точці b, ξ_b	0,91
Ступінь стиску, ε	10
Підігрів заряду від стінок циліндра, ΔT_a (К)	10
Коефіцієнт закруглення індикаторної діаграми Z, ζ	0,98
Механічний ККД двигуна, η_m	0,89
Втрата тиску в повітроохолоджувачі, $\Delta P_{охл}$ (МПа)	0,003
Зниження температура в повітроохолоджувачі, $\Delta T_{охл}$ (К)	70
Температура залишкових газів, T_z (К)	800

Результати розрахунку

Температура повітря за компресором, T_k (К)	416,1
Температура повітря перед двигуном, T_s (К)	346,1
Температура заряду к кінцю наповнення, T_a (К)	377,3
Тиск повітря перед двигуном, P_s (МПа)	0,217
Тиск заряду к кінцю наповнення, P_a (МПа)	0,213
Коефіцієнт наповнення, η_n	0,95

Середній показник політропи стиску, n_1	1,3695
Тиск в кінці процесу стиску, P_c (МПа)	4,98
Температура в кінці процесу стиску, T_c (К)	883,4
Ступінь підвищення тиску при згорянні, λ_a	1,2
Максимальна температура згоряння, T_z (К)	1960
Максимальний тиск згоряння, P_z (МПа)	5,975
Ступінь попереднього розширення, $\square_o$	1,719
Ступінь наступного розширення, $\square$	5,817
Середній показник політропи розширення, n_2	1,2585
Температура в кінці процесу розширення, T_b (К)	1239
Тиск в кінці процесу розширення, P_b (МПа)	0,65
Теоретичний середній індикаторний тиск, P_{ti} (МПа)	1,23
Дійсний середній індикаторний тиск, P_i (МПа)	1,2
Індикаторна питома витрата рідкого палива, g_i (кг/кВт*ч)	0,0212
Індикаторна питома витрата газового палива, g_i (м ³ /кВт*ч)	0,43
Індикаторний ККД, η_i	0,3944
Середній ефективний тиск, P_e (МПа)	1,31
Ефективна витрата газового палива, g_e (м ³ /кВт*ч)	0,48
Ефективна витрата рідкого палива, g_e (кг/кВт*ч)	0,0238
Ефективний ККД, η_e	0,35
Ефективна потужність, N_e (кВт)	600

2.3.Розрахунок та побудова індикаторної діаграми

Розрахункову індикаторну діаграму будують по даним розрахунку робочого циклу. Надалі ця діаграма є вхідними даними для динамічного розрахунку та розрахунку на міцність двигуна. Побудову діаграми виконують аналітичним способом, так як графічні методи побудови дають великі похибки.

Ординати точок політропи стиснення та розширення обчислюють за наступними формулами:

- для процесу стиснення:

$$p = \frac{p_c}{(V/V_c)^{n_1}};$$

- для процесу розширення:

$$p = \frac{p_z \cdot \rho^{n_2}}{(V/V_c)^{n_2}};$$

де $v/v_c = \epsilon_x$ - відношення об'ємів, яке представляє собою поточне значення ступеня стиснення.

Для розрахунку та побудови індикаторної діаграми необхідно ввести наступні дані:

Показник політропи стиснення n_1	1,3695
Показник політропи розширення n_2	1,2585
Тиск кінця стиснення p_c , МПа	4,9795
Максимальний тиск згоряння p_z , МПа	5,975
Ступінь попереднього розширення ρ	1,719
Ступінь стиснення ϵ	10

V/V_c	$p_{ст}$	$p_{розш}$
1,00	5,98	
1,00	4,98	5,98
1,72	2,37	5,98
2,13	1,76	4,55
2,55	1,38	3,64
2,96	1,13	3,01
3,38	0,94	2,56
3,79	0,80	2,21
4,20	0,70	1,94
4,62	0,61	1,72
5,03	0,54	1,55
5,45	0,49	1,40
5,86	0,44	1,28
6,27	0,40	1,17
6,69	0,37	1,08
7,10	0,34	1,00
7,52	0,31	0,93
7,93	0,29	0,87
8,34	0,27	0,82
8,76	0,26	0,77
9,17	0,24	0,73
9,59	0,23	0,69
10,00	0,21	0,65
10,00		0,21

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						28
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

P, МПа

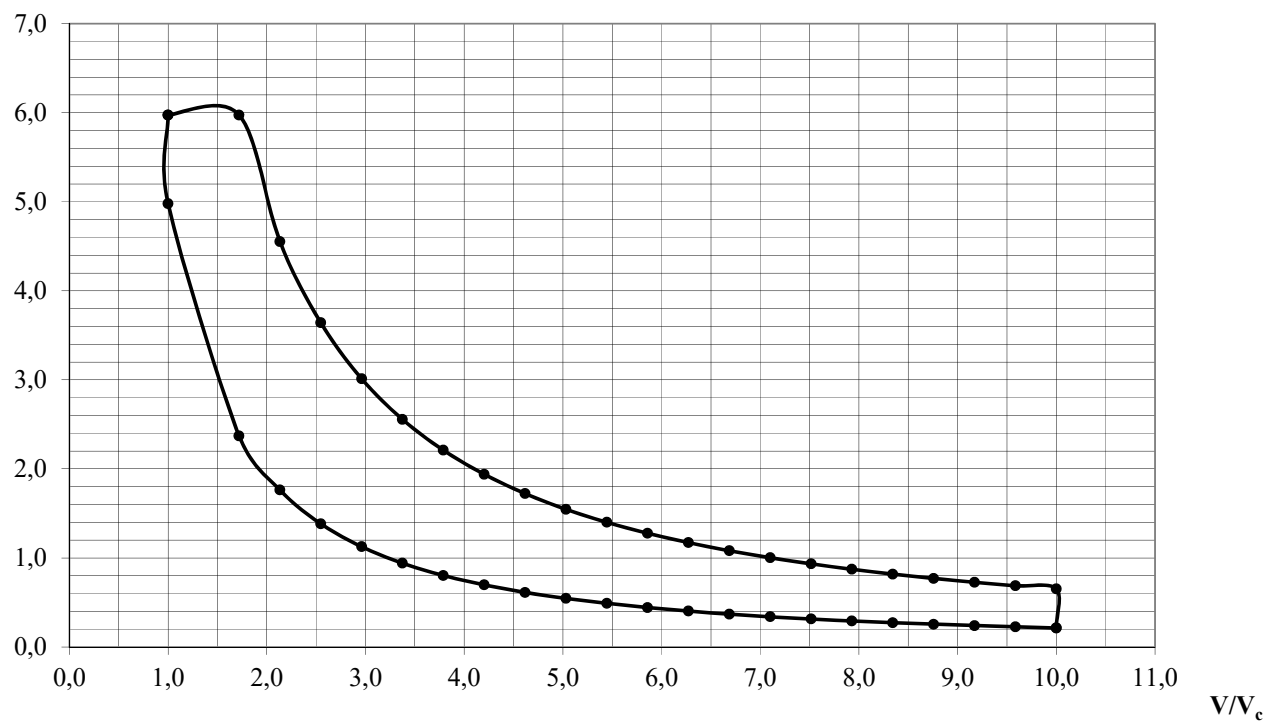


Рис. 2.1. Індикаторна діаграма

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПОДАЧІ СИНТЕЗ-ГАЗУ ДВИГУНА 8ЧН 25/34

3.1. Загальна характеристика синтез-газу

Синтез - газом називається суміш CO і H_2 різного складу, що є вихідною сировиною для синтезу багатьох органічних сполук, а також використовується для відновлення залізняку (рис.3.1, табл.3.1). Отримуваний в складі синтез - газу водень використовується в різних хімічних і технологічних процесах, і тому числі як відновник. Водень є також одним з перспективних видів палива, у тому числі моторного палива.

Окрім водню промисловості потрібний синтез-газ різного складу для отримання метанолу ($\text{CO} + 2\text{H}_2 = \text{CH}_3\text{OH}$), діметілового ефіру, альдегідів через гідрокарбоніювання і інші продукти. По різних оцінках, залежних від конкретних умов, вартість синтез - газу у виробництві метанолу і аміаку складає від 50 до 80%.

Що стосується промислового використання CO , то найбільша його кількість витрачається для отримання метанолу (більше 50%), продуктів оксосинтезу (15%) і оцетової кислоти (10—15%). У невеликих кількостях CO використовується у виробництві гербіцидів і фармацевтичних препаратів.

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						30
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

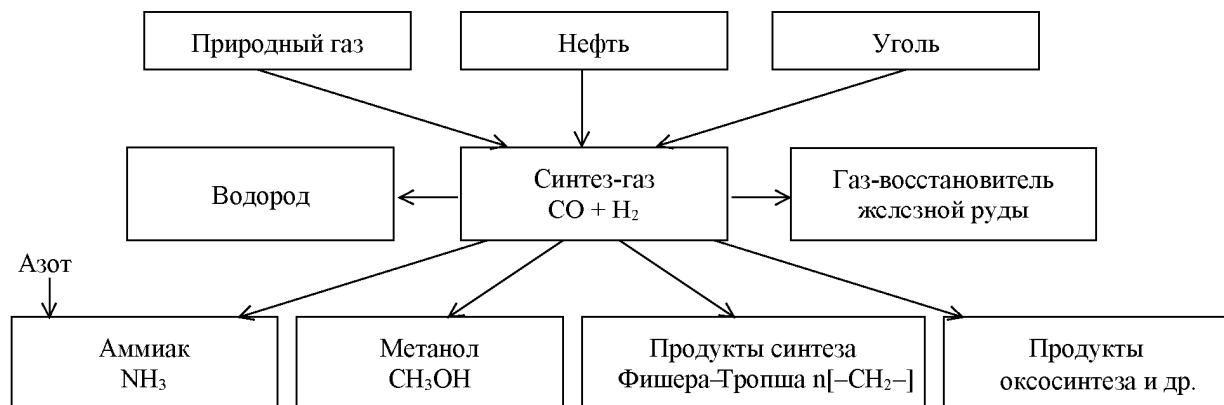


Рис. 3.1. Джерела отримання синтез - газу і основні напрями його використання

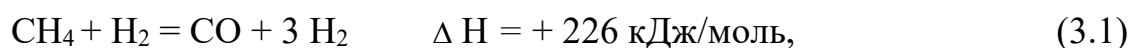
Таблиця 3.1. Потреба в синтез – газі для світового виробництва основних нафтохімічних продуктів

Продукт	Необхідне співвідношення H_2/CO , моль/моль	Обсяг виробництва, т/рік	Потреба в синтез-газі, м ³ /ч (н.у.)
Метанол	2:1	160000 - 1275000	48000 - 1900000
Уксусна кислота	0:1	275000 - 545000	18000 - 36000
Продукти оксосинтезу	2:1	115000 - 275000	12000 - 25000
Фосген	0:1	45000 - 160000	3500 - 12000
Мурашина кислота	0:1	45000	3500
Метилформіат	0:1	9000	600
Пропінова кислота	0:1	45000 - 68000	2400 - 3500
Метилметакрилат	1:1	45000	4700
Оцетовий	0:1	90000	3500

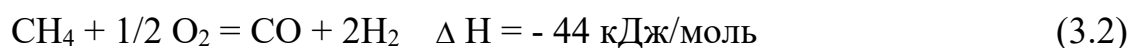
антигідрид			
1,4 - Бутандіол	2:1	45000	4700

Окислювальна конверсія метану в синтез-газ може бути здійснена трьома методами:

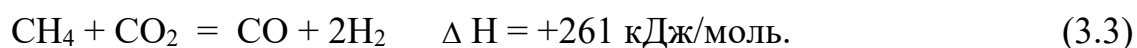
паровою конверсією (паровий реформінг)



парціальним окисленням метану киснем



і вуглекисневою конверсією метану ("сухий реформінг")

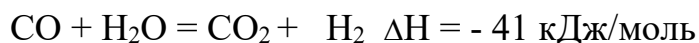


Реакції (3.1) і (3.3) сильно ендотермічні, реакція (3.2) слабо екзотермічна. Залежно від подальшого використання синтез - газу потрібно отримувати суміш $\text{CO} + \text{H}_2$ різного складу. У реакції (3.1) виходить синтез - газ складу $\text{H}_2 : \text{CO} = 3:1$, в реакції (3.2) - складу 2:1 і в реакції (3.3) - складу 1:1. Використовують також різні комбінації реакцій (3.1), (3.2) і (3.3). Новим напрямом використання реакцій конверсії (3.1 - 3.3) є поєднання цих реакцій, особливо ендотермічних процесів (3.1) і (3.3), з каталітичним або термічним горінням.

Парова конверсія метану (steam reforming) є в даний час головним і майже єдиним хімічним процесом переробки метану. Він описаний в багатьох книгах і оглядах. Перші патенти на парову конверсію метану були отримані фірмою BASF в 1926 р.. а перший завод по цьому процесу був побудований ще в 1930-х роках.

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						32
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Широке промислове впровадження почалося з 1962 р., коли перейшли з вугілля, як основної сировини хімічної промисловості на природний газ і здобуття водню методом конверсії водяного газу



змінилося паровою конверсією метану. Спочатку використовували тиск трохи вище атмосферного, на початку промислового вживання воно було підняте до 0,4 - 1 МПа, а потім - до 1,5 - 3 МПа.

3.2. Специфіка робочого процесу поршневого двигуна при роботі на газовому паливі

Поршневі газові ДВЗ розрізняють по трьом основним ознакам: методу займання робочої суміші, способу сумішоутворення і тактності.

Відмінність по методу займання робочої суміші є найважливішою, оскільки воно обумовлює особливості протікання робочого процесу двигуна і впливає на основні параметри і показники. По методу займання розрізняють газові двигуни трьох типів: з іскровим, форкамерно-факельним запаленням і запаленням від запальної дози дизельного палива (газо дизельний процес) [10].

Для газових двигунів не знайшов поки застосування метод займання від стиснення, використовуваний в дизельних двигунах, хоча спроби здійснення такого процесу робилися. Основним обмежуючим чинником при проведенні циклу із займанням від стиснення на газовому паливі є висока температура займання природного газу (650-700 °С), що значно перевищує температуру займання дизельних палив (320-380 °С).

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						33
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Іншою важливою ознакою є спосіб утворення робочої суміші: зовнішнє і внутрішнє сумішоутворення. Ця ознака значною мірою визначає конструктивного виконання і параметри двигуна. Зовнішнє сумішоутворення найбільше розповсюджене отримало на автомобільних і стаціонарних двигунах з малими діаметрами циліндра і незначним наддувом. Внутрішнє сумішоутворення застосовують в двигунах з великими діаметрами циліндрів, протяжними повітряними ресиверами і там, де можливе конструктивне розміщення газовпускного клапана.

Третя ознака - це тактність двигуна. Природно, що двух- або чотиритактний двигун визначає тип робочого процесу, проте при розгляді тенденцій розвитку стану газових двигунів ця ознака в аналізі не є основною.

За основною ознакою (способу займання) газові двигуни відносяться до двигунів з примусовим займанням. Робочі ж процеси цих двигунів істотним чином розрізняються. В першу чергу це пов'язано із заміною іскри у газових двигунів на займання факелом газу у форкамерно-факельних або факелом запального дизельного палива у газодизелів.

Примусове запалення передбачає створення, в циліндрі до моменту почала згорання підготовленої до займання робочої суміші (вогнищ згорання). При іскровому запаленні таким вогнищем служить об'єм, прилеглий до між електродного простору свічки запалення. Форкамерно-факельне запалення передбачає примусове створення вогнища факельного типу за рахунок попереднього спалювання невеликого об'єму газоповітряної суміші в спеціальній форкамері. У двигунах з газо дизельним процесом вогнища згорання утворюються в об'ємі, охопленому факелом (факелами) дизельного палива, що уприснуло. Як показують дослідження, потрібна

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						34
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

енергія для запалення (енергія іскри) при ГМП значно більше, чим при інших видах пального. Це привело до того, що в практиці конструювання газових поршневих двигунів знайшли широке застосування ефективні джерела запалення.

Найважливішим елементом системи запалення сучасних форсованих газових двигунів є свічка. При наддуві і високому ступені стиснення умови роботи свічки запалення значно ускладнюються, особливо тоді, коли необхідно забезпечити тривалу надійну безперервну роботу. На роботу свічки запалення роблять вплив:

- умови в камері згорання у момент іскроутворення (температура, тиск, склад суміші в зоні іскри);
- теплові якості і конструкція свічки;
- характеристика іскрового розряду;
- умови тепловідводу від свічки;
- розташування свічки в камері згорання;
- між електродний зазор.

Всі ці умови тісно пов'язані з параметрами роботи двигунів. Для забезпечення надійності свічки запалення дуже важливий достатній від неї тепловідвід. Досвід експлуатації показує, що для забезпечення нормальної роботи температура прокладки під свічкою запалення повинна бути 120-130 °С. Деякі сучасні конструкції двигунів передбачають спеціальне охолодження свічок.

Важливим, особливо у високо форсованих газових двигунів, є підбір між електродного зазору. Його в цьому випадку доцільно зменшувати до меж, що допускаються умовами пуску. Цим не тільки можна збільшити термін служби свічки, але і зменшити схильність до детонації і

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						35
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

самозаймання. У деяких високо форсованих двигунах між електродний зазор рівний 0,15 мм.

До другого типу двигунів, що відрізняються за типом займання, відносяться двигуни з форкамерно-факельним запаленням. Раніше вже наголошувалися основні переваги такого типу двигунів: робота на збіднених сумішах і можливість наближення ступеня стиснення до дизельної. Форкамерно-факельне запалення розроблене як засіб підвищення економічності двигунів із займанням від іскри. Одна з основних складнощів при здійсненні форкамерно-факельного запалення при роботі на бензині - ускладнення системи живлення і сумішоутворення, пов'язане з необхідністю подачі малих доз палива і повітря в строгому дозуванні. Застосування природного газу значно спрощує ці системи.

3.3. Конструктивні особливості газових двигунів

Особливістю конструкції газових двигунів суднового і тепловоза призначення є система газо подачі, займання (запалення) і регулювання. У систему газо подачі входять як основні елементи редуктори і регулятори тиску газу, газові змішувачі і дозуючі пристрої на повітря і газ, газо впускні клапани, а також їх привід, колектори або ресивери газу. Всі ці елементи в основному мають системи як з внутрішнім, так і із зовнішнім сумішоутворенням.

В тому випадку, якщо система газового двигуна працює не від постійного джерела тиску, або працюючи від магістралі вимагає регулювання тиску газу при зміні частоти обертання або потужності двигуна, в схемах газоподачі застосовують пристрої, що забезпечують або

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						36
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

просто зниження тиску до потрібного (редуктора), або, разом із зміною тиску залежно від режиму роботи двигуна ще зміна кількості газу, що подається (редуктор - регулятор). У першому випадку застосовують як правило редуктори, що серійно випускаються промисловістю, залежно від необхідної витрати для конкретного двигуна або групи двигунів.

У разі потреби зміни тиску газу по певному закону застосовують автоматичні редуктори-регулятори тиск газу, який або встановлюють на вхідний трубопровід газу до двигуна, або на трубопровід того виду газу, який вимагає таких регулювань. Редуктор-регулятор тиску (рис. 3.2.) газу складається з редукційного клапана 1 і діафрагми, що управляє, 4, зв'язаною штоком з клапаном, а також двох дисків 5 і 6. Діафрагма, щільно затиснута по периферії, утворює дві порожнини. Верхня сполучається з атмосферою (може з тиском, що управляє). Нижня порожнина ізолюється малою діафрагмою від газоподаючої порожнини, але повідомляється трубкою 9 з газовідвідною порожниною. При непрацюючому двигуні тиск газу в порожнинах діафрагми рівний атмосферному і редукційний клапан закритий пружиною 10. При пуску двигуна в нижній порожнині утворюється розрідження і клапан 1 відкривається. При зростанні тиску в газовідвідній порожнині унаслідок невідповідності між кількістю газу, споживаним двигуном і що поступає через редукційний клапан, діафрагма, прогинається вгору, закриває клапан, і кількість газу, що поступає, зменшується.

Пристрої змішувачів застосовують у двигунів із зовнішнім сумішоутворенням. Змішувач може бути загальним для всього двигуна або індивідуальним для кожного циліндра. Другий тип частіше зустрічається у двигунів, що мають відносно великі розміри циліндра. При використанні одного змішувача для живлення багатоциліндрового двигуна важко зберегти

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						37
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

однакове наповнення циліндрів із-за різних опорів на впусканні, а також однаковий склад суміші.

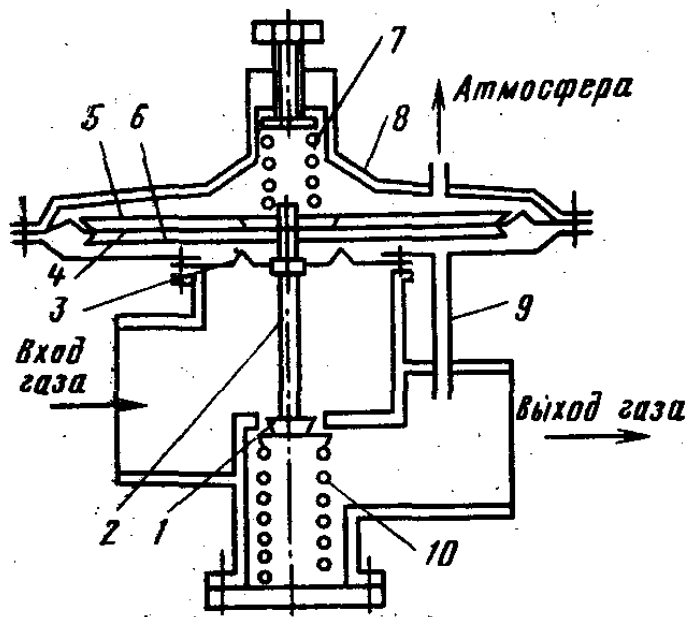


Рис. 3.2. Регулятор тиску газу

Навантаження по циліндрах в цьому випадку розподіляється нерівномірно. Тому змішувачі загальні для всього двигуна, зазвичай застосовують в двигунах невеликої потужності і що мають достатньо короткі впускні колектори. Такого роду змішувачі встановлюють на автомобільних газових двигунах.

Змішувачі можуть бути виконані у вигляді особливих клапанів або у вигляді особливих пристосувань, розташованих в безпосередній близькості від головок циліндрів двигуна і сполучених короткими трубопроводами з впускним каналом головки. Найбільш раціональним слід визнати пристрій клапана газозмішувача, проте цей пристрій ускладнює конвертацію двигуна, вимагаючи або доопрацювання головки, або розробки спеціального клапана газозмішувача. Клапан змішувача повинен забезпечити не тільки

максимальне наповнення циліндра, але і створити якнайкращі умови для перемішування повітря і газу.

У клапані-змішувачі (рис. 3.3.) газ і повітря змішуються над головкою впускного клапана 1, який приводиться в дію звичайним способом за допомогою коромисла і штанги з штовхачем від кулачка розподільного валу. На стрижні впускного клапана посаджений газовий клапан 2, що віджимається вгору пружиною 3 і що перекриває отвір для проходу газу. При натисненні коромисла на стрижень впускного клапана він починає відкриватися і в циліндр поступає спочатку тільки повітря.

При подальшому відкритті клапана наполегливе кільце 4 відкриває газовий клапан, і в циліндр поступає суміш газу і повітря, що утворюється безпосередньо перед впускним клапаном. Запізнювання відкриття газового клапана визначається зазором між уступом і газовим клапаном. Цей зазор дозволяє встановити фази відкриття так, щоб виключити можливість зворотного спалаху. Повітря, що поступає на початку впускання, забезпечує продування циліндра.

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						39
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

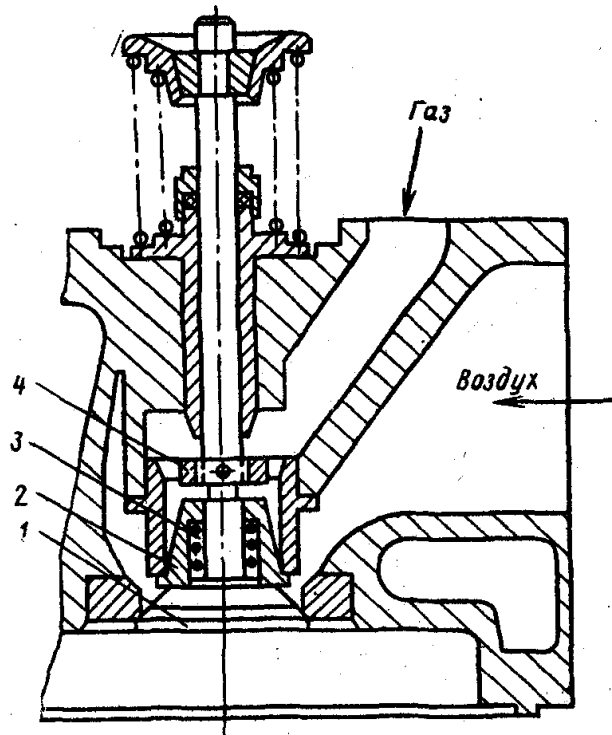


Рис. 3.3. Клапан – змішувач

Потужність в газових двигунах регулюють за допомогою дросельних заслінок або золотникових дозаторів. Потужність іноді регулюють зміною часу - перетини впускного клапана і відповідно кількістю що поступає в циліндр суміші. Регулювання кількості свіжої суміші зміною ходу клапана-змішувача складніше, ніж дросельними заслінками. Регулятор в цьому випадку повинен обов'язково мати сервомотор для подолання значних зусиль. Крім того, зміну ходу клапана вносить ряд істотних труднощів в схему управління газового двигуна. До переваг такої схеми відноситься відсутність горючої суміші між регулюючими органами і циліндром двигуна. У разі регулювання дросельними заслінками або дозаторами між ними і циліндром залишається нерегульований об'єм газу і повітря, що створює певну інерційність і викликає запізнювання дії регулятора при зміні

робочих режимів двигуна. Це дуже важливо у разі використання газового двигуна, як силової частини мотор-генератора.

3.4. Розрахунок паливної системи двигуна типу 8ЧН 25/34

Проаналізувавши особливості синтез-газу в якості палива, а також враховуючи конструктивні особливості газових двигунів та специфіку робочого процесу для двигуна 8ЧН 25/34 була розроблена паливна система з клапанною подачею синтез-газу та електронною системою управління (рис. 3.4.).

Згідно зі схемою газ подається у впускні патрубки через спеціальний електро - магнітний клапан (форсунка) фірми « Clean air power », необхідна кількість газу регулюється тривалістю відкриття цього клапану. ПНВТ відрегульований на постійну подачу дизельного палива у розмірі - 10 %. До переваг такої схеми відноситься відсутність горючої суміші між регулюючими органами і циліндром двигуна. У разі регулювання дросельними заслінками або дозаторами між ними і циліндром залишається нерегульований об'єм газу і повітря, що створює певну інерційність і викликає запізнювання дії регулятора при зміні робочих режимів двигуна. Це дуже важливо у разі використання газового двигуна, як силової частини мотор-генератора.

Особливістю двигуна є електронна система управління. Так збір інформації про роботу двигуна здійснюється системою датчиків, в яку входять: датчик тиску над дув очного повітря 3, датчик тиску газу 4, датчик частоти обертів колінчастого валу 7, та лямбда - зонди 11. Так сигнали поступають в управляючу обчислювальну систему (УОС), де переробляються та видають

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						41
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

сигнали на ПНВТ та блок силових ключів (БСК), який управляє електромагнітним газовим клапаном, змінюючи тривалість його відкриття в залежності від навантаження. Дозвіл на перехід на газодизельний процес виробляється тільки після набору певної суми закодованої інформації. Запуск та зупинка двигуна здійснюється на дизельному паливі. Змінюючи алгоритм, можна в певній мірі змінювати параметри роботи двигуна. Наприклад, дозу запального палива, тиск газу. Крім того, така система дозволяє здійснювати комплексне управління роботою двигуна та його захистом.

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						42
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок електро – магнітного клапану

Визначення циклової подачі синтез-газу на номінальному режимі роботи двигуна:

$$g_u = \frac{N_E \cdot g_e}{60 \cdot n_K \cdot i \cdot z_d} = \frac{600 \cdot 360}{60 \cdot 500 \cdot 8 \cdot 0,5} = 1,82,$$

де $g_e = 360$ г/кВт·год – питома ефективна витрата газу;

$N_E = 600$ кВт – потужність двигуна;

$n_K = 500$ хв⁻¹ - частота обертання колінчастого валу;

z_d - коефіцієнт тактності (для двохтактних двигунів $z_d = 1$, для чотирьохтактних $= 0,5$);

$i = 8$ - число циліндрів двигуна.

Визначення мінімальної необхідної витрати газу через ЕМК:

$$t = \frac{60}{n_k} = \frac{60}{500} = 0,12c - \text{час одного оберту колінчастого валу};$$

$$\varphi_{\max} = \varphi_{\text{en}} - \varphi_{\text{пер}} = 270 - 90 = 180^\circ \text{ ПКВ} \quad - \quad \text{максимальний кут}$$

впорскування синтез-газу у циліндр,

де $\varphi_{\text{en}} = 270^\circ$ ПКВ – кут, в період якого відкритий впускний клапан;

$\varphi_{\text{пер}} = 90^\circ$ ПКВ – кут, в період якого одночасно відкриті впускний та випускний клапани.

180° ПКВ = $\frac{1}{2}$ оберту колінчастого валу.

$$t_{\text{en}} = t \cdot \frac{1}{2} = 0,06c - \text{максимальний час впорскування газу у циліндр};$$

$$G_{\min} = \frac{g_u}{t_{\text{en}}} = \frac{1,8}{0,06} = 302 / c - \text{мінімальна необхідна витрата синтез-газу через електро - магнітний клапан.}$$

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						44
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначення витрати синтез-газу через ЕМК серії SP:

$$m_g = K \cdot \rho_1 \cdot 10^3 \cdot \sqrt{2 \cdot \left(\frac{\gamma}{\gamma-1}\right) \cdot \frac{P_1}{\rho_1} \cdot \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{2}{\gamma}} \cdot \left(1 - \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}\right)}$$

де K – константа клапану;

$\rho_1 = 750 \text{ кг/м}^3$ – густина синтез-газу;

$\gamma = 1,3$ – співвідношення теплоємностей для синтез-газу;

P_1 – абсолютний тиск на вході в ЕМК, кПа;

$P_2 = 220 \text{ кПа}$ - абсолютний тиск на виході з ЕМК.

Ця формула допустима тільки для значення співвідношень P_2 / P_1 більших ніж значення критичного тиску P_p .

$$P_p = \left(\frac{2}{\gamma+1}\right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} = \left(\frac{2}{1,3+1}\right)^{\frac{1,3}{1,3-1}} = 0,545$$

Тобто, максимальний тиск на вході в ЕМК дорівнює :

$$P_{1,max} = \frac{P_2}{P_p} = 400 \text{ кПа}$$

Визначимо витрати синтез-газу m_g через кожний ЕМК в залежності від тиску на вході P_1 (рис. 3.5):

SP-051			
K	P ₁ ,кПа	P ₂ ,кПа	m _g , г/с
3,92·10 ⁻⁵	260	220	8,70

$3,92 \cdot 10^{-5}$	280	220	10,20
$3,92 \cdot 10^{-5}$	300	220	11,31
$3,92 \cdot 10^{-5}$	320	220	12,17
$3,92 \cdot 10^{-5}$	340	220	12,86
$3,92 \cdot 10^{-5}$	360	220	13,43
$3,92 \cdot 10^{-5}$	380	220	13,90
$3,92 \cdot 10^{-6}$	400	220	14,30

SP-021

K	P ₁ ,кПа	P ₂ ,кПа	m _g , г/с
$6,86 \cdot 10^{-5}$	260	220	15,22
$6,86 \cdot 10^{-5}$	280	220	17,85
$6,86 \cdot 10^{-5}$	300	220	19,79
$6,86 \cdot 10^{-5}$	320	220	21,30
$6,86 \cdot 10^{-5}$	340	220	22,51
$6,86 \cdot 10^{-5}$	360	220	23,50
$6,86 \cdot 10^{-5}$	380	220	24,33
$6,86 \cdot 10^{-6}$	400	220	25,02

SP-014

K	P ₁ ,кПа	P ₂ ,кПа	m _g , г/с
$9,46 \cdot 10^{-5}$	260	220	20,99
$9,46 \cdot 10^{-5}$	280	220	24,62
$9,46 \cdot 10^{-5}$	300	220	27,29
$9,46 \cdot 10^{-5}$	320	220	29,38
$9,46 \cdot 10^{-5}$	340	220	31,04
$9,46 \cdot 10^{-5}$	360	220	32,41

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						46
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

$9,46 \cdot 10^{-5}$	380	220	33,55
$9,46 \cdot 10^{-6}$	400	220	34,51
SP-010			
K	P ₁ ,кПа	P ₂ ,кПа	m _g , г/с
$1,46 \cdot 10^{-4}$	260	220	32,39
$1,46 \cdot 10^{-4}$	280	220	37,99
$1,46 \cdot 10^{-4}$	300	220	42,13
$1,46 \cdot 10^{-4}$	320	220	45,34
$1,46 \cdot 10^{-4}$	340	220	47,91
$1,46 \cdot 10^{-4}$	360	220	50,02
$1,46 \cdot 10^{-4}$	380	220	51,77
$1,46 \cdot 10^{-5}$	400	220	53,25

Таким чином, згідно з розрахунків нас задовольняє ЕМК SP-010.
Основні характеристики клапану приведенні у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2. Основні характеристики ЕМК SP-010

Вид палива	Синтез-газ
Матеріал	Нержавіюча сталь
Максимальний тиск	1200 кПа
Інтервал температур	-40 °С....+ 120°С
Робоча напруга	24 В
Маса	0,137 кг

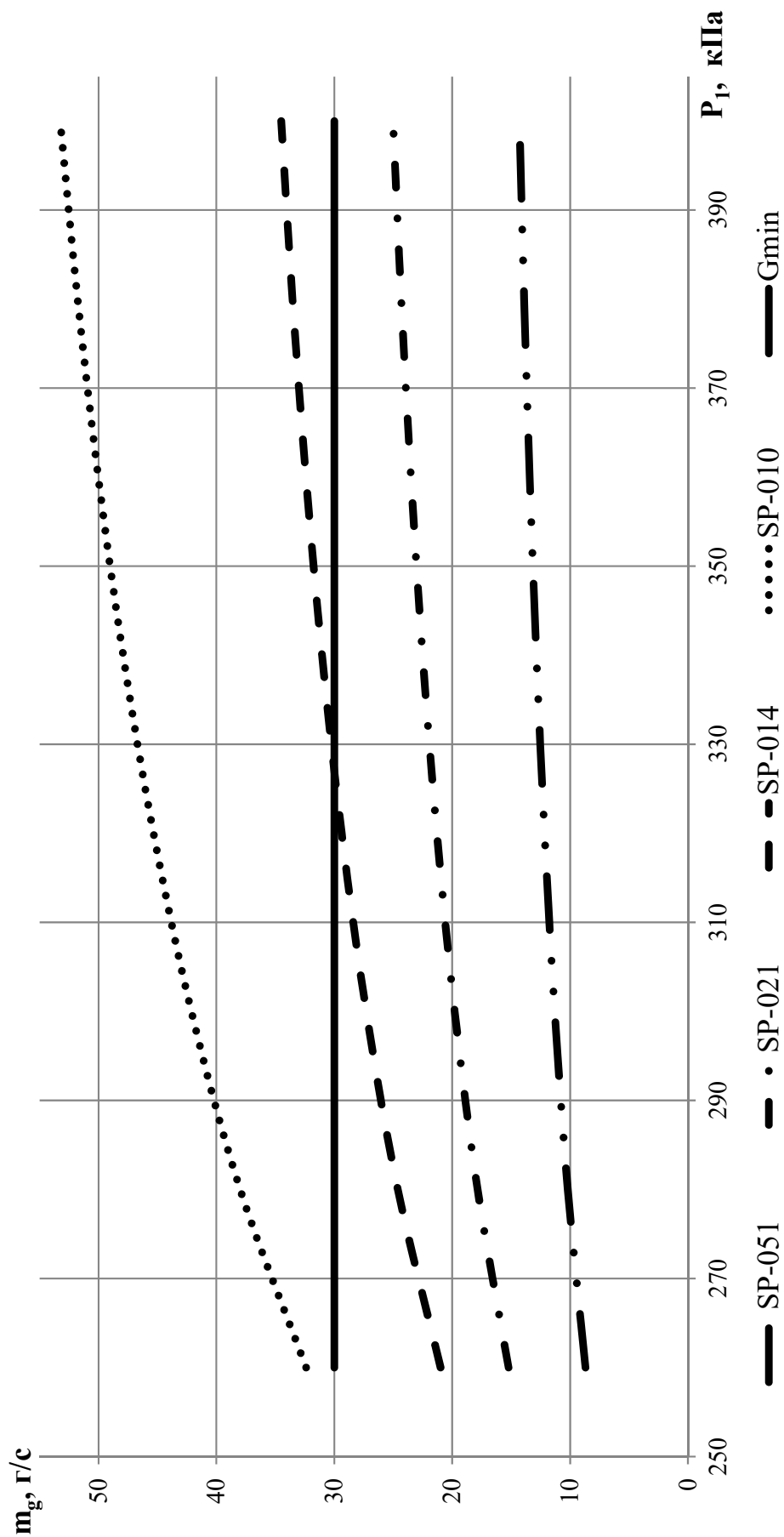


Рис. 3.5. Залежність витрати газу через ЕМК від тиску на вході

Визначимо час за який впорскується циклова подача синтез-газу через
ЕМК SP-010:

$$t_{\text{вп1}} = \frac{g_u}{m_g}, \text{с}$$

SP-051							
К	P ₁ ,кПа	P ₂ ,кПа	m _g , г/с	t _{вп1} , с	° ПКВ ₁	° ПКВ ₂	° ПКВ ₃
1,46·10 ⁻⁴	260	220	32,39	0,0556	166,7	157,7	175,7
1,46·10 ⁻⁴	280	220	37,99	0,0474	142,1	133,1	151,1
1,46·10 ⁻⁴	300	220	42,13	0,0427	128,2	119,2	137,2
1,46·10 ⁻⁴	320	220	45,34	0,0397	119,1	110,1	128,1
1,46·10 ⁻⁴	340	220	47,91	0,0376	112,7	103,7	121,7
1,46·10 ⁻⁴	360	220	50,02	0,0360	108,0	99,0	117,0
1,46·10 ⁻⁴	380	220	51,77	0,0348	104,3	95,3	113,3
1,46·10 ⁻⁵	400	220	53,25	0,0338	101,4	92,4	110,4

РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1. Розрахунок рівня шуму і вібрації в приміщенні електростанції

Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів направлених на збереження життя, здоров'я і працездатності людини в процесі трудової діяльності. Закон України «Про охорону труда» визначає основні положення щодо реалізації конституційного права працівника на охорону життя і здоров'я в процесі трудової діяльності, на належних безпечні і здорові умови праці, регулює за участю відповідних органів державної влади відношення між працедавцем і працівником по питаннях безпеки, гігієна праці і виробничої середи і встановлює єдиний лад організації охорони праці в Україні.

Завдання охорони праці - звести до мінімуму можливі поранення і захворювання робітників, з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці.

Реальні виробничі умови характеризуються, як правило, наявністю деяких небезпечних і шкідливих виробничих чинників. Небезпечним виробничим чинником називається такий виробничий чинник, вплив якого на того, що працює в певних умовах приведе до хвороби або зниження працездатності.

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						50
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Між небезпечним і шкідливим чинниками не завжди можна провести чіткий кордон. Той самий чинник може привести до нещасного випадку або до зниження продуктивності праці.

Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих чинників, які впливають на персонал

При роботі ДВЗ, а також різних систем і механізмів, які обслуговують дизель, виникає ряд виробничих чинників небезпечних для життя і здоров'я людей. Ці чинники регламентовані ГОСТ 12.0.003 - 83.

Пари палива і масла

Пари палива і змащувального масла проникають в організм людини, дратівливо діють на нього, а також можуть привести до виникнення хронічних захворювань легких і дихальних шляхів.

По ГОСТ 12.1. 005 – 88 встановлений допустимий кордон концентрації пари дизельного палива в повітрі виробничих приміщень, вона складає 100 мг/м³.

В процесі експлуатації дизель взаємодіє з навколишнім середовищем: для роботи споживаються повітря, а в атмосферу викидаються вихлопні гази. Основними шкідливими компонентами ВГ дизельних двигунів є оксиди азоту, сажа і сірчисті з'єднання (для бензинових двигунів – окисел вуглецю, вуглеводні оксиди азоту, а також з'єднання свинцю для етилірованих бензинів). По БудНіПу 245 – 71 величина допустимої концентрації оксиду вуглецю не повинна перевищувати 20 мг/м³.

Висока температура відкритих частин двигуна (випускний колектор, газова турбіна, глушник) здатна заподіяти людині шкоду у вигляді опіків.

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						51
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Для того, щоб запобігти цьому треба всі гарячі частини двигуна, по можливості, покрити теплоізоляційними матеріалами.

Пожежна безпека

Причиною пожеж є: несправні електроприлади, самозаймання промасленого дрантя, несправність замочної арматури, знос і корозія елементів паливної апаратури, використання відкритого вогню недотримання норм пожежної безпеки при роботі з легкозаймистими речовинами.

Електробезпека

Проходячи через тіло, струм впливає:

- термічно, виражається в опіках, нагріванні кровоносних судин, нервів і інших тканин;
- електрично, виражається в зміні фізико-хімічного складу крові і інших рідин;
- біологічно, виражається в роздратуванні і руйнуванні тканин організму, а також в порушенні внутрішніх процесів.

Освітлення

Велику роль у виробничому процесі грає система освітлення. Система призначена для забезпечення освітлення машинного відділення.

Освітлювальне електроустаткування машинного відділення складається з наступних елементів:

- щит освітлення з автоматичними вимикачами. Він споживає напругу 380 В з частотою 50 Гц;
- світильники з лампами розжарювання;
- світильники з двома люмінесцентними лампами;

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						52
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

- світильники аварійного освітлення;
- пробки освітлення;
- вимикачі.

Вентиляція

В результаті порушень герметичності з'єднань деталей двигуна в приміщенні машинного відділення можуть з'являтися токсичні з'єднання (CO; SO₂; CH). Щоб запобігти підвищенню концентрації шкідливих речовин в машинному відділенні, необхідна система вентиляції.

Система вентиляції призначена для створення нормальних метеорологічних умов повітряної середовища в приміщенні машинного відділення.

Система вентиляції розроблена відповідно з вимогами і нормами БудНіП.

У машинному відділенні застосовуються наступні типи вентиляції: штучна приточування і природна. Витяжна вентиляція з машинного відділення здійснюється природним чином через газонепроникні перегородки і жалюзі, встановлені на кожухах димарів. Вентиляція приточування машинного відділення забезпечується вентиляторами.

Для ефективної роботи системи вентиляції поважно щоб були виконані наступні технічні і санітарно-гігієнічні вимоги:

- кількість приточування повітря повинно відповідати кількості витягнутого, різниця між ними має бути мінімальною;
- система вентиляції не повинна створювати шум на робочих місцях який перевищує допустимі норми;
- система вентиляції має бути електробезпечною, пожаробезпечною і вибухобезпечною, проста в пристрої, надійна в експлуатації і ефективна.

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						53
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Шум

Під шумом розуміється сукупність безладного (негармонічного) поєднання звукових коливань різних частот і амплітуд. Частота звукових коливань лежить в діапазоні 16...20 Гц – 16..20 КГц. Весь діапазон звукових частот ділять на низькочастотний – 300...400 Гц, середнє частотний – 300...400 - 800...1000 Гц, високочастотний – вище 800...1000 Гц [8].

Шум значно погіршує продуктивність праці. При тривалій дії на людину спостерігається втома слухового апарату, який може привести до часткової або навіть до повної втрати слуху. Санітарні норми шуму приведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1. Санітарні норми шуму

Середнєгеометричні частоти в октавних полосах ν , Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Рівень звуку α_{ν} , Дб	103	96	91	88	85	83	81	80

Вібрація

Вібрація виникає із-за динамічної нерівноваженості мас кривошипно-шатунного механізму ДВЗ. Локальна вібрація викликає спазми судин і погіршує кровообіг. Спільна вібрація з частотою 0,7 Гц викликає морську хворобу з частотою 4...30 Гц може викликати пошкодження плечового поясу і більшості внутрішніх органів із-за резонансного явища. Стандартні норми вібрації приведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2. Санітарні норми вібрації

Напрямок нормування вібрації	Середньоквадратична віброшвидкість (чисельник, м/с · 10 ⁻²), логарифмічний рівень віброшвидкості (знаменник, дБ)						
	1	2	4	8	15	31,5	63
вертикаль	20/132	7,1/123	2,5/114	1,3/108	1,1/107	1,1/107	1,1/107
горизонталь	-	3,5/117	1,3/108	0,63/102	0,56/101	0,56/101	0,56/101

Розрахунок рівня шуму і вібрації в приміщенні електростанції

Рівень шуму вироблюваний двигуном 8ЧН 25/34 визначається по формулі:

$$L = \left[54 + 10 \cdot \lg(n_n + Ne^{0.55}) + 30 \lg\left(\frac{n}{n_n}\right) \right], \text{Дб}$$

n_n – номінальна частота обертання колінчастого валу, $n_n = 500$ об/хв;

n - робоча частота обертання колінчастого валу, $n = 500$ об/хв;

N_e – номінальна потужність двигуна, $N_e = 600$ кВт.

$$L = \left[54 + 10 \lg(500 + 600^{0.55}) + 30 \lg\left(\frac{500}{500}\right) \right] = 81,27 \text{ Дб}$$

Рівень шуму перевищує допустимі значення. Необхідно проводити заходи щодо зниження рівня шуму.

Для зниження аеродинамічного шуму, що створюється двигуном, використовуються глушники різних конструкцій. За принципом дії їх ділять на активних і реактивних. Використання глушників дозволяє понизити спільний рівень шуму на 10-12 Дб.

Існуючі методи гасіння шуму засновані на використанні вібро- і звукоізоляції і на вібро- і звукопоглинанні. При глушінні шумів впускання і випуску найбільшого поширення набули методи вібропоглинання (ВП). Ефект ВП полягає в здатності конструктивних матеріалів поглинати енергію вагання із-за наявності внутрішнього тертя, в результаті якого енергія вагання необоротно переходить в теплову енергію. Конструкційні матеріали для двигунів доцільно підбирати з розрахунком величини внутрішнього тертя. Властивості віброізоляції полягають в тому, щоб перешкоджати поширенню енергії коливань по конструкції або звуку по повітрю. До звукоізолюючих пристроїв відносяться екрани – пристрої, що частково перегороджують шлях звуковому потоку. У межі екран можна розташовувати безпосередньо на поверхні двигуна і його елементів, особливо якщо є інтенсивно звукоізолююча поверхня. У останньому випадку екран матиме не лише ізолюючу, але і поглинаючу дію.

Для зниження повітряного шуму випромінюваного зовнішніми поверхнями двигуна, використовуються звукоізолюючі кожухи, які дозволяють понизити загальний рівень шуму на 10-15 Дб.

Для зниження механічного шуму необхідно зменшити зазори між деталями і вузлами, виготовляти конструкції з матеріалів з великим внутрішнім тертям і шумопоглинаючими покриттями.

Рівень вібрації для двигуна 8 ЧН 25/34 визначається по формулі:

$$L = 44 + 10 \lg \left(\frac{n_n \cdot Ne^{0.55} \cdot \left(\frac{1 + Ne}{m} \right)}{1 + \left(\frac{1}{1500} \right)^3 \cdot \frac{m}{Ne}} \right) + 30 \lg \left(\frac{n}{n_n} \right), \text{Дб}$$

де m - маса двигуна, $m = 11380$ кг;

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		56

n – частота обертання колінчастого валу, $n = 500$ об/хв;

$$L = 44 + 10 \lg \left(\frac{500 \cdot 600^{0.55} \cdot \left(\frac{1+600}{11380} \right)}{1 + \left(\frac{1}{1500} \right)^3 \cdot \frac{11380}{600}} + 30 \lg \left(\frac{500}{500} \right) \right) = 73,50 \text{ Дб}$$

Для зменшення рівня вібрації в конструкції двигуна передбачені:

- підбір поршнів і шатунів по вагових групах;
- використання маховика для урівноваження сил інерції;
- урівноваження неврівноважених мас за допомогою противаг.

Заходи щодо зниження рівня шуму і вібрації

Шум і вібрація впливають на здоров'я людей, що працюють в машинному відділенні, зменшують продуктивність праці, притуплюють увагу. Двигун відносять до найбільш гучних механізмів в більшості випадків він є основним джерелом шуму і вібрації. Найбільш ефективним і, в той же час, найбільш складним методом боротьби з шумом є зниження шуму самого двигуна. Суть методу - в спеціальній організації робочого місця і конструкції двигуна і його вузлів у поліпшеній технології виготовлення і обробки деталей двигуна (підвищена точність нарізування зубів шестерні, спільне доведення і притирання деталей, вибір менш гучних підшипників). Одним з найбільш поширених методів є ізоляція звуку і вібрації. Ізоляцію повітряного шуму виконують за допомогою звукоізолюючих кожухів і перегородок, а також за допомогою звукоізоляції машинного приміщення.

Ефективним способом зменшення шуму і вібрації є встановлення віброгасників в місцях підвищеної вібрації, а також закріплення дверей і люків з метою зменшення їх вібрації.

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		57

Дуже ефективним і важливим способом зменшення шкідливого впливу шуму на людський організм є використання індивідуальних засобів захисту від шуму: пробок і навушників, касок спільно з пробками, звукоізолюючих кабін з яких ведеться управління двигуном. Способи індивідуального захисту залежно від їх конструкції і частоти шуму дозволяють зменшити сприйнятий людиною звук на 15-20 Дб.

Розробка заходів щодо зменшення впливу небезпечних і шкідливих виробничих чинників, що впливають на персонал

До роботи на дизелі допускаються люди, які пройшли спеціальну технічну підготовку і мають посвідчення по техніці безпеки. Перед пуском дизеля необхідно дотримувати наступні правила:

- перевірити колінчастий вал дизеля з відкритими газовими клапанами не менше двох зворотів;
- попередити присутніх про запуск дизеля;
- за допомогою приладів визначити загазованість машинного відділення;
- при роботі в нічний час забезпечити нормальне освітлення машинного відділення;
- при роботі дизеля відкривати індикаторні крани без з'єднаних до них вимірювальних пристосувань забороняється.

4.2. Охорона навколишнього середовища.

Охорона навколишнього середовища – це система законодавчих актів, яка забезпечує нормальне функціонування біосфери при впливі на неї природних або антропогенних чинників [9].

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		58

Закон України «Об охороні навколишнього середовища» визначає правові економічні і соціальні основи організації охорони навколишнього природного середовища на користь нинішнього і майбутніх поколінь. З цією метою Україна здійснює на своїй території екологічну політику, направлену на збереження безпечною для існування живої і неживої природи навколишнього середовища захист життя і здоров'я населення від негативного впливу, обумовленого забрудненням навколишнього середовища, досягнення гармонійної взаємодії суспільства і природи, охорону, раціональне використання і відтворення природних ресурсів. Охорона навколишнього середовища, раціональне використання природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки життєдіяльності людини – невід'ємна умова постійного економічного і соціального розвитку України.

Запобігання впливу таких шкідливих виробничих чинників, як газ, пара, пил надлишкова температура і вологість, а також створення здорового повітряного простору – важливе народногосподарське завдання, яке повинне здійснюватися комплексно, одночасно з вирішенням основних питань виробництва.

Шкідливі речовини проникають в організм людини головним чином через дихальні шляхи і шкіру, а також з їжею. Більшість цих речовин відносяться до небезпечних і шкідливих виробничих чинників, оскільки вони впливають на організм людини.

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						59
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

*Забруднення навколишнього середовища пов'язані з експлуатацією
двигуна*

В процесі експлуатації дизель взаємодіє з навколишнім середовищем: для роботи споживаються повітря, а в атмосферу викидаються вихлопні гази.

Розглянемо характер впливу компонентів, які містяться в газах (ОГ) двигунів, що відходять, на організм людини. За цією ознакою компоненти ОГ діляться гігієністами на 6 груп.

До *першої групи* входять речовини, які безпосередньо на людину і біосфері в цілому не впливають: азот N_2 , кисень O_2 , водень H_2 , водяна пара H_2O , а також вуглекислий газ CO_2 .

До *другої групи* відноситься CO – окисел вуглецю, або чадний газ – безбарвний газ, без запаху і смаку, легше за повітря (щільність щодо повітря складає 0,97), практично нерозчинний у воді, горючий (з повітрям утворює вибухові суміші). Потрапляючи в легені людини а звідти в кров CO витісняє з неї кисень, оскільки має в 200 разів велику розчинність (зниження вмісту кисню в крові приводить до задухи). Шкідливий вплив окислу вуглецю на організм людини пояснюють також тим що червоні кров'яні тільца – еритроцити – захоплюють CO і втрачають здатність брати участь в газообміні організму. В результаті у людини настає кисневе голодування і пов'язане з ним порушення центральної нервової системи, а в деяких випадках – смерть; при невеликих концентраціях в повітрі – запаморочення і нудота. Оскільки оксид вуглецю має практично ту ж щільність, що і повітря (28 і 28,7 відповідно), то самостійно вивітрюється з приміщень дуже погано.

Вплив окислу вуглецю залежить від його концентрації в атмосфері: до 0,0016 % за об'ємом – концентрація нешкідлива; при 0,01 – хронічне

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						60
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

отруєння при тривалому перебуванні; при 0,05 – легке отруєння через 1 годину; при 1,0 – втрата свідомості після декількох вдихів і смерть якщо людини не винести з повітряного об'єму і не надати йому необхідну допомогу.

У *третю групу* входять оксиди азоту, головним чином окисел (оксид) NO і двоокис (діоксид) азоту NO₂. Оксид азоту NO – безбарвний газ, погано розчинний у воді, на повітрі окислюється до NO₂. Діоксид азоту NO₂ – газ червонувато-бурого кольору з характерним різким запахом, важче за повітря. При рівних кількостях оксиди азоту значно токсичні, чим CO. Потрапляючи в організм людини і вступаючи в реакцію з водою, вони образують в дихальних шляхах азотну і азотисту кислоти і їх з'єднання які руйнують легеневу тканину, викликаючи хронічні захворювання, необратимі зміни в серцево-судинній системі.

Вони також викликають захворювання слизових оболонок верхніх дихальних шляхів, хронічні бронхіти, нервові розлади. У з'єднанні з вуглеводнями утворюють токсичні нітроолефіни. Отруєння мають прихований період, коли отруєний відчуває себе добре, але потім важко захворює.

Залежно від об'ємної концентрації в повітрі (%) вплив NO₂ на людський організм наступний: 0,00001 – абсолютний поріг впливу; до 0,0003 – поріг сприйняття запаху; 0,0013 – поріг роздратування слизових оболонок; до 0,002 – утворення метагемоглобіна; 0,004...0,008 – набряк легенів. Крім того оксиди азоту беруть участь у фотохімічних реакціях утворення смогу.

До *четвертої групи* (найчисленнішою) відносяться різні вуглеводні (з'єднання типу C_nH_m), які є представниками всіх гомологічних рядів:

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						61
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

алкенов, алкадієнов, цикланов, ароматичних з'єднань а також канцерогенів. Мають неприємний запах, викликають багато хронічних захворювань, роблять спільний токсичний і дратівливий вплив.

До *п'ятої групи* входять альдегіди. Вони мають різкий запах (особливо – формальдегід). При певних дозах викликають роздратування дихальних шляхів і слизистих оболонок носа і очей. Дії на організм людини виявляється в наступному: дратівливий і загальнотоксичний ефект на центральну нервову систему, ураження внутрішніх органів. У ВГ присутні в основному формальдегід і акролеїн.

У *шосту групу* виділяють сажу, яка є дрібними частками вуглецю – від мікрона до десятків мікрон; найдрібніші (не більше 10мкм) здатні по декілька діб знаходитися в повітрі. Як всякий аерозоль, сажа забруднює повітря, погіршує видимість і може дратувати дихальні шляхи. Вуглець як хімічна речовина не представляє безпосередньої небезпеки для організму людини. Головна небезпека сажі полягає в тому, що вона є переносником канцерогенних речовин, причому бензопирен, адсорбований поверхнею сажі, діє на живі клітини сильніше, ніж в чистому вигляді. Бензопирен міститься не лише в сажі дизелів, але і бензинових двигунів. (У сажі останніх міститься в 200 разів більше цієї речовини.) Проте сама сажі в ОГ дизелів міститься значно більше, чим в ОГ бензинових двигунів.

До складу ОГ дизелів при використанні сірчистих палив входять також неорганічні гази, які є з'єднанням сірки. Вони мають різкий запах, викликають роздратування верхніх дихальних шляхів, порушення білкового обміну в організмі. Як правило – це сірчистий ангідрид SO_2 і сірководень H_2S . Сірчистий ангідрид – безбарвний газ з різким запахом, важче за повітря (питома вага по повітрю – 2,264), добре розчиняється у воді, утворює

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						62
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

сірчисту кислоту. Вплив SO_2 на організм людини залежно від об'ємного вмісту його в повітрі (%) викликає такі наслідки: 0,0007...0001 – роздратування в горлі; 0,0017 – роздратування очей, кашель; 0,04 – отруєння через 3 мін; 0,01 – отруєння через 1 мін.

Склад ВГ двигунів на 99,0...99,9 % складається з продуктів повного згорання (вуглецю і пари води), залишкового кисню і азоту повітря. Саме частина ВГ, яка залишилася (не більше 1 % від спільного об'єму ВГ), визначає екологічний рівень двигунів, тобто ступінь шкідливого впливу на навколишнє середовище: рослинний і тваринний мир, людину, архітектурні будівлі.

Основними шкідливими компонентами ВГ дизельних двигунів є оксиди азоту, сажа і сірчисті з'єднання; для бензинових двигунів – окисел вуглецю, вуглеводні, оксиди азоту а також з'єднання свинцю (для етилірованих бензинів). Вуглеводні, що викидаються бензиновими двигунами, потрапляють в повітря як з відпрацьованими газами, так і з газами картерів, а також у вигляді випарів з карбюратора і бензобака. Для дізелів викиди вуглеводнів зазвичай пов'язують лише з ВГ. У бензинових двигунах спільна кількість токсинів в ОГ в середньому вище, ніж в дизельних.

Окрім шкідливих речовин до складу ВГ входить азот як баласт, який міститься в початкових і відповідно в кінцевих продуктах згорання, і вуглекислий газ CO_2 . Про азот можна відзначити, що сам по собі він нешкідливий для людини, проте є джерелом утворення шкідливих оксидів в циліндрі двигуна.

Діоксид вуглецю не надає безпосередньої шкоди людині в умовах відкритих провітрюваних приміщень. До останнього часу він не вважався шкідливим компонентом ВГ двигунів. В той же час утворення вуглекислого

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						63
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

газу з копалин вуглецевих палив веде до збільшення кількості цього газу в атмосфері. Вуглекислий газ входить до числа так званих парникових газів атмосфери. Парникові гази здатні уловлювати довгохвильове теплове випромінювання Землі, яке не затримується іншими компонентами атмосфери. До парникових газів відносяться водна пара, метан, фреони і деякі інші з'єднання. Молекули парникових газів сприймають кванти енергії довгохвильового випромінювання, збуджуються і самі випромінюють. Це випромінювання направлене на всі боки – в результаті половина енергії прямує в космос, а половина повертається на Землю. Дію парникових газів забезпечує підтримка в атмосфері Землі і на її поверхні певних рівноважних температур (для атмосфери середня річна температура приземного пласта +14 оС), що є результуючими теплового балансу в системі Сонце – Земля – Космос. Збільшення кількості вуглекислого газу веде до збільшення так званого парникового ефекту, який може змінити клімат на планеті. При існуючому темпі збільшення кількості цього газу в атмосфері (а його масова частина виросла від 0,00012 в 1912 р. до 0,00038 на початок нового століття) можливе підвищення середньої річної температури приземних пластів атмосфери на 2...4 До в найближчих 100...200 років. Це може привести до інтенсивних танень льодовиків планети, підвищення рівня світового океану на 6...16 м і ряду супутніх катаклізмів кліматичного характеру.

Одним з проявів негативного впливу транспорту на навколишнє середовище є смог. Цей термін широко використовується для позначення видимого забруднення повітря будь-якого характеру (не лише від транспорту).

Розрізняють три основні типи смогу:

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						64
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

- смог льодовиковий (типа Аляски) – з'єднання газоподібних забрудників, пилових часток і кристалів льоду які з'являються при замерзанні крапель туману і пари опалювальних систем;

- смог лондонського типа – з'єднання газоподібних забрудників (як правило, сірчистого ангідриду), пилових часток і крапель туману;

- смог фотохімічний (лос - анжельського типа, сухий) – вторинне забруднення повітря, яке виникає в результаті розкладання забруднюючих речовин під впливом сонячних променів, особливо ультрафіолетових.

Основний отруйний компонент смогу – озон (O_3). Додатковими складовими смогу є чадний газ (оксид вуглецю), оксиди азоту, перекис ацетілнітрата, азотна кислота і деякі інші. Основне джерело смогу цього типа – транспорт.

Всі вказані речовини (окрім сажі) досягши певної концентрації в повітрі можуть привести до смертельного результату. Звичайно, ступінь шкідливості цих речовин різний і відповідно різна допустима концентрація їх в повітрі. Їх постійний вплив на людину тварин і рослини може привести до мутацій на генетичному рівні і до різкої спадкової зміни організмів, які змінює їх морфологічні (зовнішня і внутрішня будова) і (або) фізіолого - поведінкові ознаки.

Вплив відпрацьованих газів ДВЗ на рослинність обумовлена їх попаданням як на поверхню рослин, так і на клітки (з ґрунтовими водами). Рослини особливо чутливі до оксидів сірки і оксидів азоту, а також до з'єднань оксидів азоту з вуглеводнями.

Вплив ВГ двигунів на будинки пам'ятники і інші будівлі також визначається осадженням на поверхнях будівельних елементів з'єднань

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						65
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

оксидів азоту і сірки з парами води, а також осадженням маслянистих часток сажі.

Основні способи зниження токсичності і димності ВГ

Вдосконалення робочих процесів і сумішоутворення

- підвищують інтенсивність турбулентності суміші в камері згорання, збільшують тривалість і потужність електричного розряду, особливо при роботі на бідних сумішах. Це зменшує викид CO при роботі на багатих сумішах, але може збільшити викид NOx – на номінальних навантаженнях і бідних сумішах;

- покращують розпилювання палива на всіх режимах роботи, включаючи холостий хід, часткові і перехідні режими;

- покращують рівномірність подачі палива по циліндрах двигуна. Для цього застосовують багатокамерні карбюратори, системи уприскування палива в повітряний ресівер, впускні патрубки і безпосередньо в циліндри двигуна;

зменшують кут, який визначає момент запалення, зменшує викид NOx, але знижує економічність двигуна а також збільшує викид вуглеводнів і CO.

Рециркуляція ВГ

Невелику кількість ВГ (10...12 %) подають у впускній трубопровід після карбюратора на номінальному режимі роботи (за іншими даними до 20 %). Це дозволяє понизити викиди NOx приблизно удвічі за рахунок зниження максимальної температури згорання (за іншими даними на 40...50 %). Зниження відбувається за рахунок зменшення швидкості протікання реакції згорання унаслідок розведення горючої суміші нейтральними газами

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						66
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

і зменшення маси свіжого заряду, який таким чином зменшує підведену теплоту згорання палива. Одночасно знижується потужність і зменшується економічність двигуна. Викид CO і CH в цьому випадку може трохи збільшуватися із-за погіршення процесу згорання. Вважається, що рециркуляція вигідніше на неномінальних режимах, хоча на них викиди NOx і так невеликі. Рециркуляція ВГ ефективніша для двигунів з камерою в поршні чим для двигунів з розділеними камерами.

Паливо і присадки

Підвищення цетанового числа палива покращує процес згорання, знижує період затримки запалення, зменшує динамічність циклу і жорсткість роботи двигуна. Викид NOx при цьому знижується, проте можуть збільшитися димність і викид вуглеводнів. Збільшення легких фракцій в паливі підвищує його випаровування, а значить – покращує рівномірність розподілу палива за об'ємом камери згорання. Це знижує всі види викидів. Добавки до дизельного палива присадок на основі барію марганцю і тетраетилсвинця дозволяють при великих навантаженнях у декілька разів понизити димність вихлопу і вміст в нім альдегідів і бензоперенів. Димність дизеля з нерозділеною камерою згорання зменшується на 40...90 %. На викид оксидів азоту присадки не впливають. Велика частина барію з'єднується з сіркою яка міститься в паливі, і потрапляє в атмосферу у вигляді порівняльний нешкідливий сульфиду барію. Запропоновано дві гіпотези дії присадок: згідно першої відбувається гальмування утворення часток сажі в процесі згорання, згідно другої – зниження димності пояснюється каталітичною дією присадок при окисленні часток сажі в процесі дифузного згорання, розширення і випуску.

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						67
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Вживання бензинів з малим вмістом тетраетилсвинця дозволяє впливати на викид з'єднань свинцю, а також підвищити у декілька разів термін служби каталітичних нейтралізаторів.

Переклад двигуна на газоподібне паливо дозволяє понизити викид NOx приблизно в два рази, а також небагато CO. Це пов'язано з тим, що при роботі на газі можливе ефективне використання бідніших сумішей, які згорають при понижених температурах, крім того, знижується нерівномірність складу суміші по циліндрах двигуна.

Нейтралізація ВГ

Зниження рівня викиду токсичних речовин в ВГ можна досягти за рахунок нейтралізації ВГ в спеціальних пристроях – нейтралізаторах. Нейтралізатори встановлюються на виході газів з циліндрів двигунів призначені для перетворення токсичних речовин в нетоксичні або для затримки (поглинання) токсичних речовин. Відповідно існують термічні, каталітичні і механічні нейтралізатори. У термічних і каталітичних нейтралізаторах відбуваються хімічні реакції, в результаті яких зменшується концентрація газових компонентів токсичних речовин. У механічних нейтралізаторах відбувається відділення часток сажі і крапель рідини (масла, палива, води, кислоти). Останні застосовуються порівняно рідко і переважно для стаціонарних установок.

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						68
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВОКИ

Згідно із завданням кафедри виконана магістерська робота по вдосконалення паливної системи двигуна 8ЧН 25/34 потужністю 600 кВт для стаціонарної електростанції з розробкою системи подачі синтез-газу.

При розробці двигуна було проведено розрахунок робочого циклу.

Була розроблена паливна система двигуна з клапанною подачею синтез-газу, яка забезпечує високі економічні та експлуатаційні показники роботи двигуна.

В розділі охорони праці та охорони навколишнього середовища проведені розрахунки та викладені заходи при виконанні яких забезпечується надійна та безпечна робота двигуна.

Підтверджена доцільність використання синтез-газу у двигуні 8ЧН25/34.

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						69
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

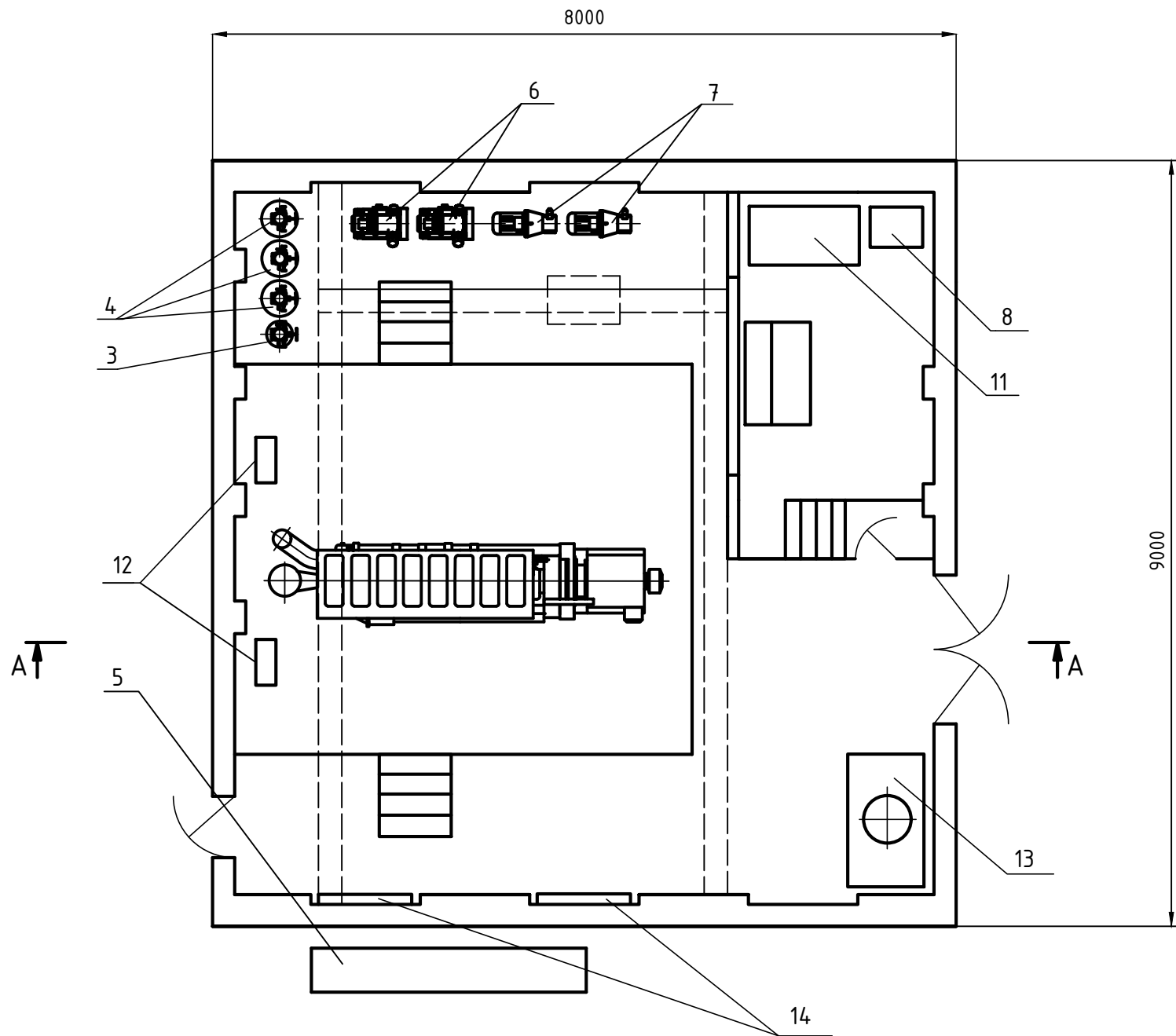
ЛІТЕРАТУРА

1. Суднові двигуни внутрішнього згоряння: Підручник /В.С.Наливайко, Б.Г.Тимошевський, С.Г.Ткаченко. – Миколаїв: 2015. -332с.
2. Балабанов А.Н. Короткий довідник технолога машинобудівника. – М.: Видавництво стандартів. 1992.
3. Використання рослинної олії в якості палив в середньо оборотному дизельному двигуні. Швець І., Грабовенко О., Доценко С., Нестеренко В. Двигуни внутрішнього згоряння. – 2021. № 2. С.79–86.
4. Двигуни внутрішнього згоряння. Теорія [Текст]: Підручник / В.Г. Дяченко. – Харків: НТУ “ХП”, 2008. – 488 с.
5. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Теорія двигунів внутрішнього згоряння» Доценко С.М. – Первомайськ ППІ НУК, 2014.
6. Методичні вказівки до виконання розрахунку робочого процесу дизельного двигуна з дисципліни «Теорія ДВЗ» // Доценко С.М., Діденко О.В - Первомайськ ППІ НУК, 2012. – 40с.
7. Говорун А.Г. Конструкція та динаміка двигунів : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навч. за напрямом «Інженерна механіка» / А.Г. Говорун, А.О. Корпач. – К. : НТУ, 2007. – 124 с. ISBN 966-632-081-9.
8. Голубченко Г.А. “Розрахунок рівня шуму в суднових приміщеннях”.
9. Білявський Г.О. Основи загальної екології : підручник / Г.О. Білявський, М.М. Падун, Р.С. Фурдуй. – 2-е вид. зі змінами. – К. : Либідь, 1995. – 368 с.
10. Гутаревич Ю.Ф. Випробування двигунів внутрішнього згоряння: навчальний посібник / Ю.Ф. Гутаревич, А.О. Корпач, А.Г. Говорун. – К. : НТУ, 2013. – 249 с.

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						70
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

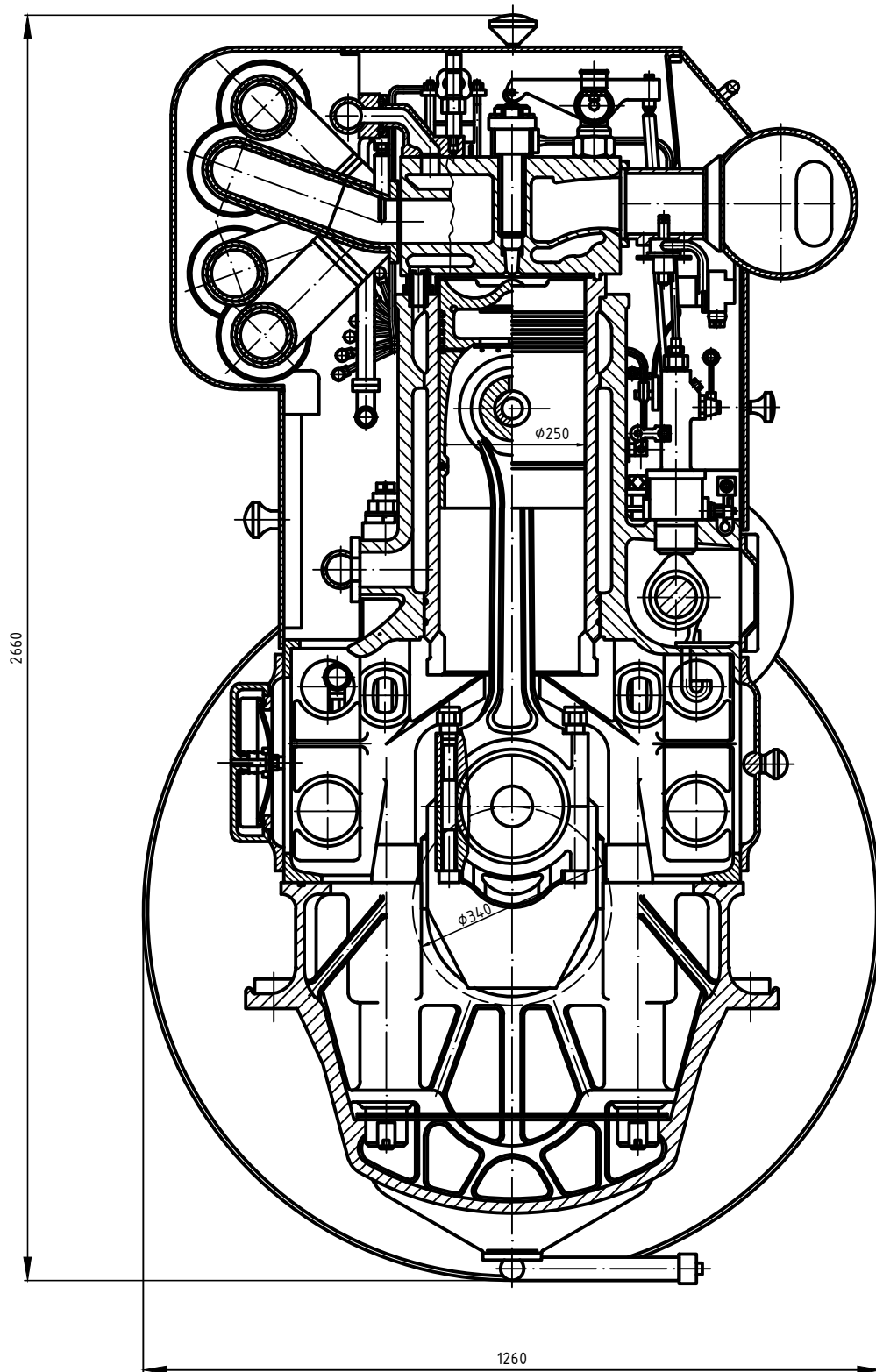
ДОДАТКИ

					ПННІ НУК 131.61.23.13. ПЗ	Аркуш
						71
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

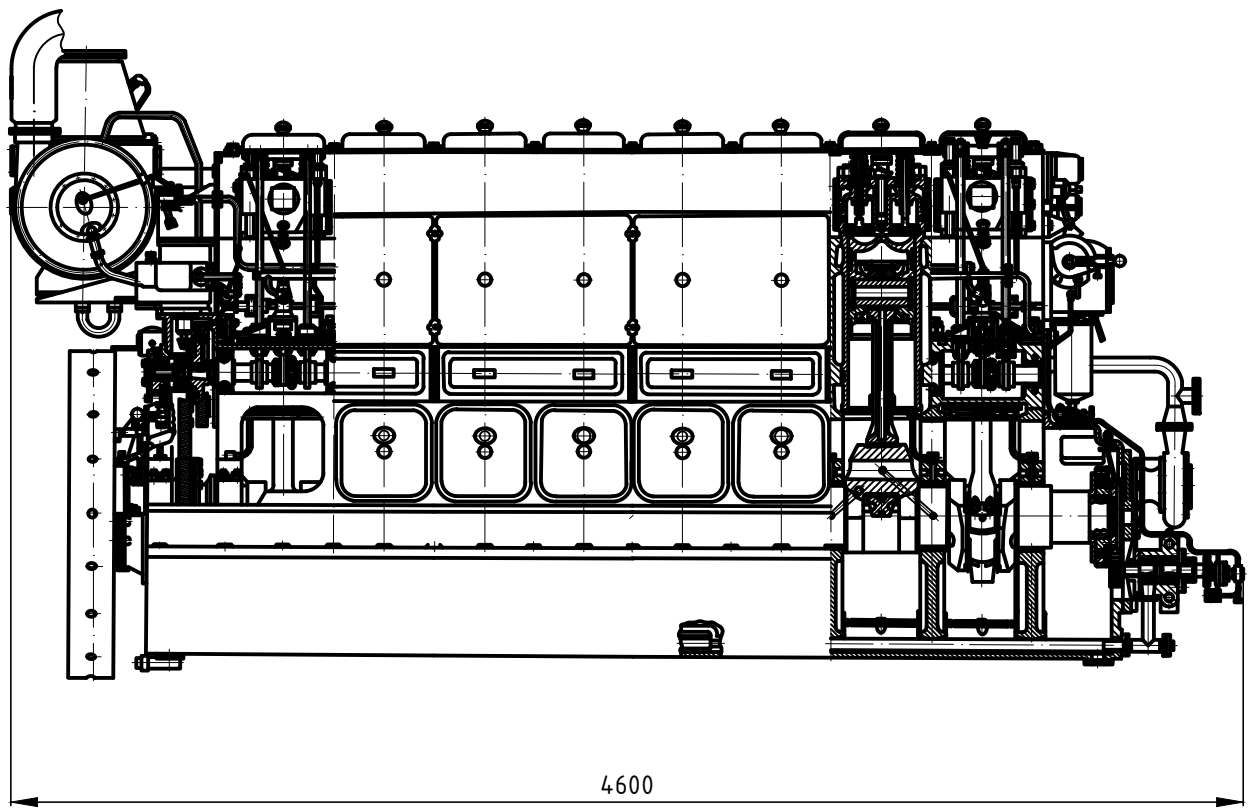


						ПННН НУК 131.61.23.13.01.			
Эк. Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Газодизельная электростанция			Лист	Маск	Маск
Григорьев	Иванович А.С.								1:20
Григорьев	Иванович А.С.						Архив	Архив	
И. к.м.т.	Иванович А.С.						61-ТЕМаз-22		
Григорьев	Иванович А.С.								

[illegible]



						ПННІ НУК 131.61.23.13.02.						
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Відом.	Поперечний розріз двигуна 8ЧН 25/34			Вис.	Діагн.	Масштаб		
								1:4				
					Архив			Автомат				
					61-ТЕМмз-22							



Технічна характеристика.

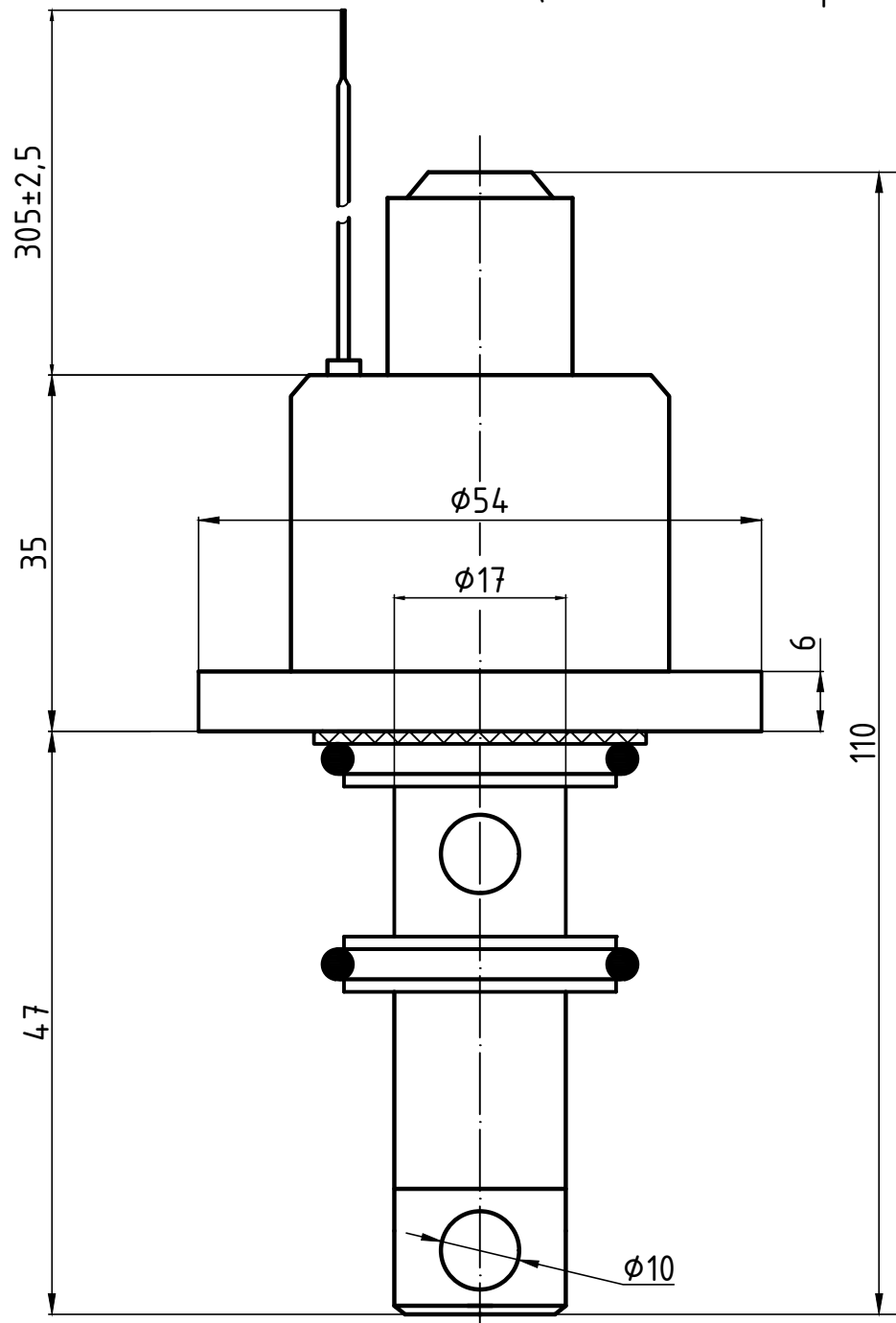
- 1. Діаметр циліндру D = 250 мм.
- 2. Хід поршня S = 340 мм.
- 3. Тиск надвувного повітря Pк = 0,22 МПа.
- 4. Частота обертання колінчастого валу n = 500 хв⁻¹
- 5. Ефективна потужність двигуна Ne = 600 кВт.

Технічні вимоги.

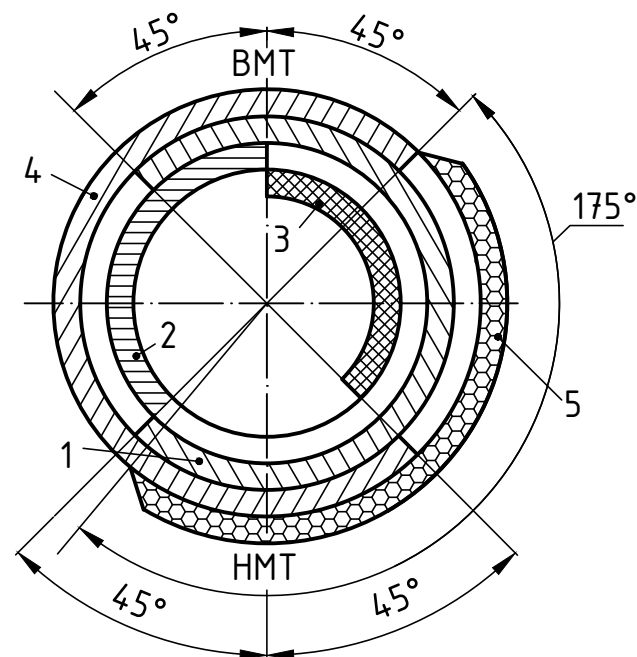
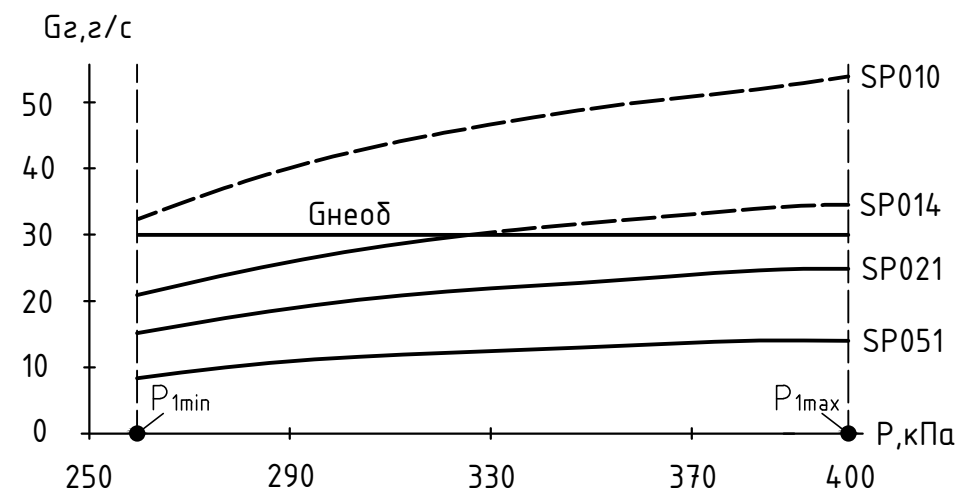
- 1. Температура охолоджуючої рідини, мастила та палива в системах дизеля повинні бути не менше ніж 281K (8 °С).
- 2. Температура води на вході во внутрішній контур дизеля (55.....70 °С).
- 3. Використовувати мастило: моторне М-10В С, М-10Г ЦС, ГОСТ 12337.
- 4. Знаки безпеки аварійних органів керування повинні мати сигнальну (червону) окраску відповідно з вимогами ГОСТ 12.4.026.
- 5. Окраска дизеля повинна відповідати класу У-ІУ ГОСТ 9.032, окраска кремова.

				ПННІ НУК 131.61.23.13.03.			
Вид	Лист	№ докум.	Підпис	Печат	Повздовжній розріз двигуна 8ЧН 25/34		
Розроб		Моторна В.В.			Масл	Насос	Насос
Перевір		Поліський А.С.			1:10		
					Архив		
П. кент		Поліський А.С.			61-ТЕМмаг-22		
Затверд		Моторна В.В.					

EMK (SP010 "Clean air power")

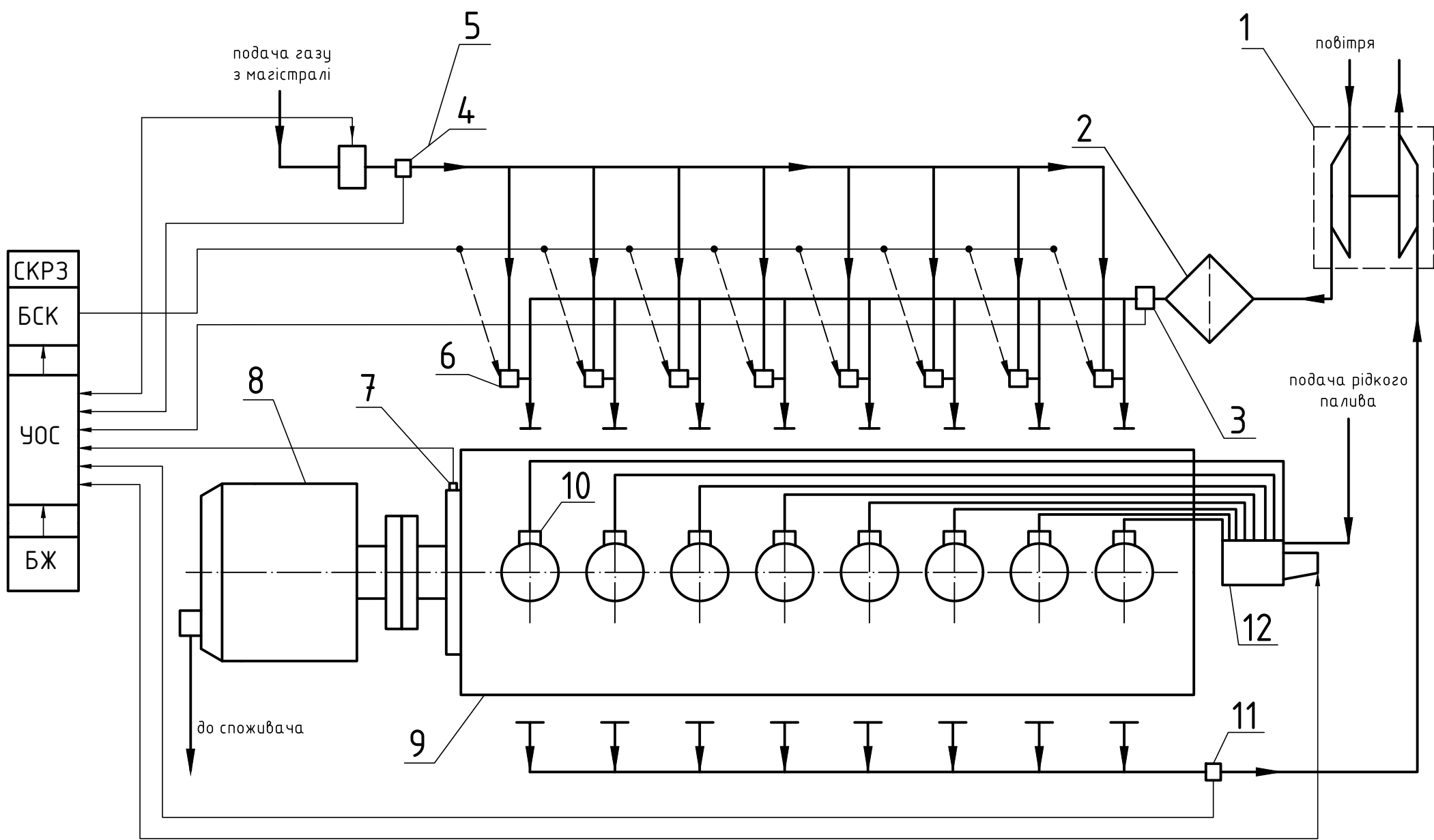


Залежність витрати газу через ЕМК від тиску на вході



- 1 - наповнення
- 2 - стиснення
- 3 - згорання та розширення
- 4 - випуск
- 5 - подача газового палива

ПННН НУК 131.61.23.13.04.				Класифікація		
Вид	Лит	№ докум.	Підпис	Лист	Маса	Класифікація
Розробник	Миколайчук Д.С.					4:1
Перевірив	Пилипчук А.С.					
Н. м.	Пилипчук А.С.					
Затвердив	Пилипчук В.В.					



[illegible]