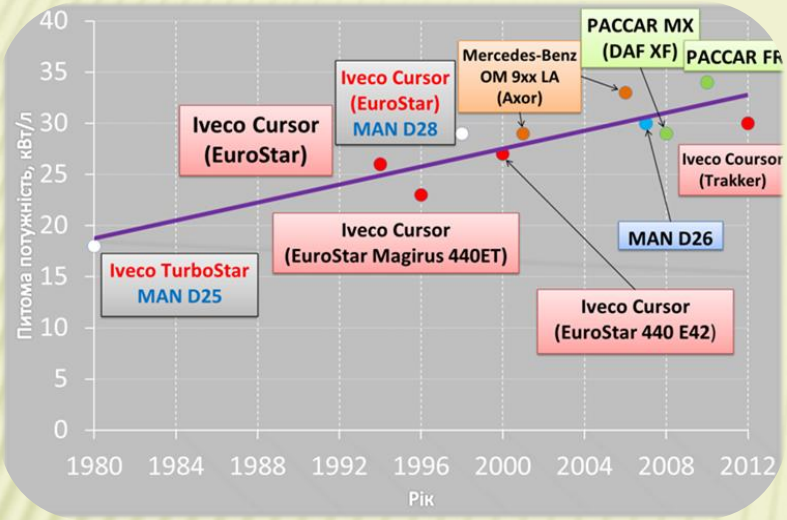
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ХАРЬКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»
КАФЕДРА ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Улучшение топливной экономичности и экологических показателей транспортного дизеля путем регулирования температурного состояния поршня

Студент гр. ТМ-40 ам ШУЛЬГА И.Н.

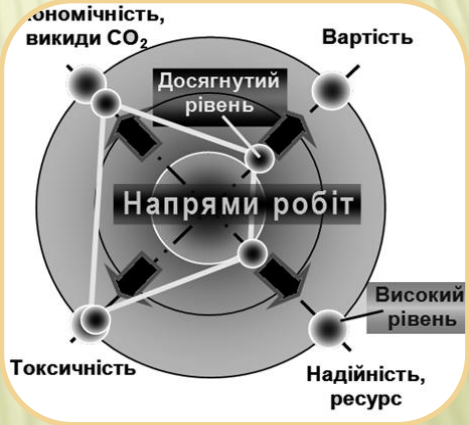
Слайд 1

Основные требования по улучшению качества тракторных дизелей

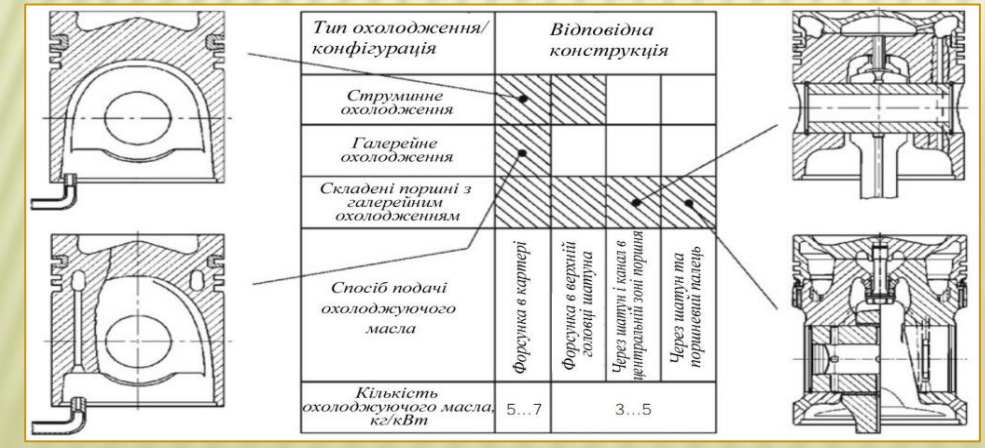


Тенденции развития автотранспортных ДВС

Разрушения в результате недостаточного охлаждения поршня



Направления развития двигателестроения



Масляное охлаждение поршней

Требования к транспортным дизелям (данные фирмы AVL)

Рабочий обьем, л/цил	0,8	1,2	2,0
Эмиссия ВВ	***	***	***
Расход топлива	*	**	***
Стоимость двигателя	***	**	*
Надежность	*	**	***
Долговечность	*	**	***

*- важно, **- очень важно, ***- обязательно

Слайд 2

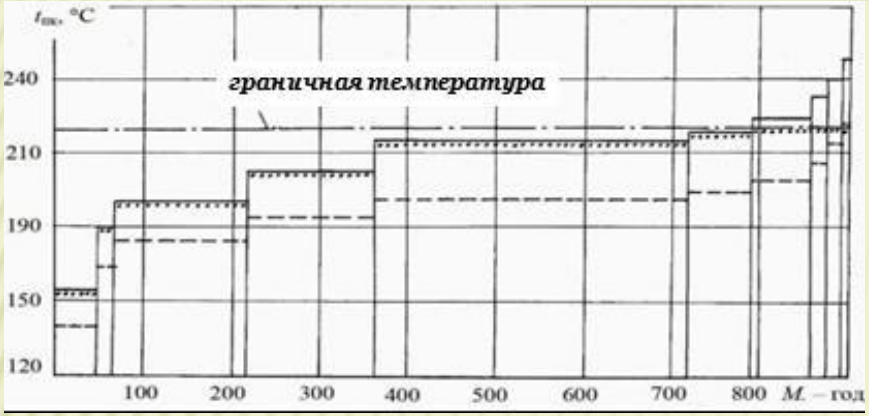
Цели и задачи исследования

Цель: - комплексное повышение показателей ресурсной прочности, экономичности и экологичности автотранспортного дизеля;

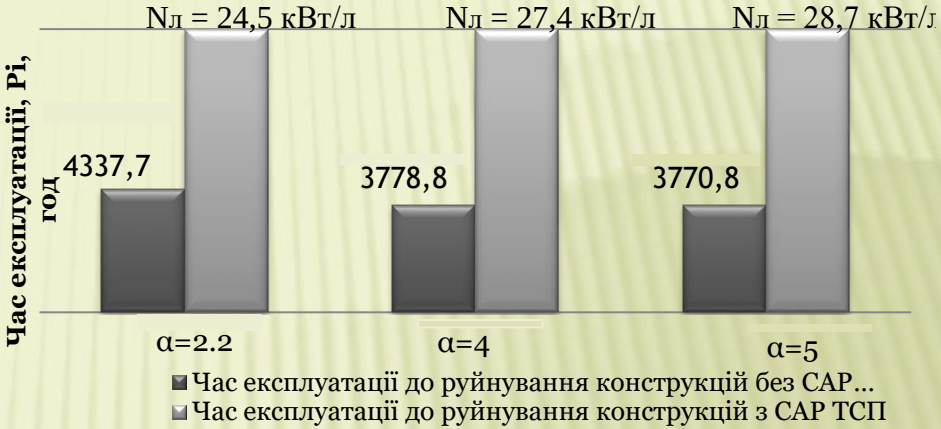
Задачи: - анализ проблем комплексного улучшения показателей ДВС;
- анализ данных экспериментального исследования влияния регулировочных и конструктивных параметров на показатели работы двигателя 4ЧН 12/14;
- выбор математической модели комплексной оценки качества двигателя ;
- синтез закона управления температурным состоянием поршня;
- разработка рекомендаций по улучшению показателей двигателя.

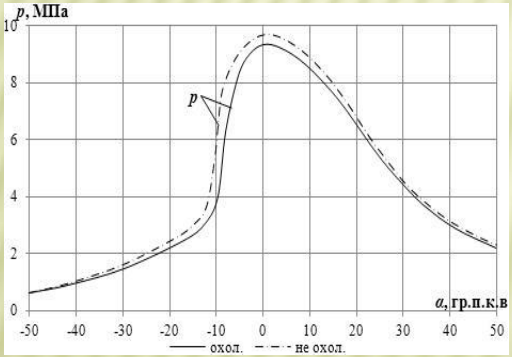
Слайд 3

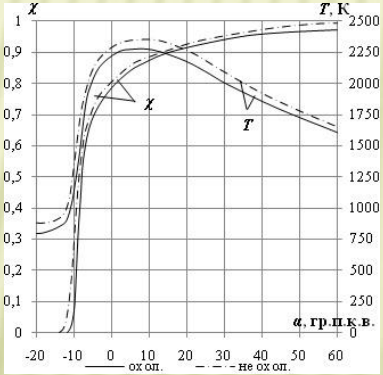
Регулирование теплового состояния поршня



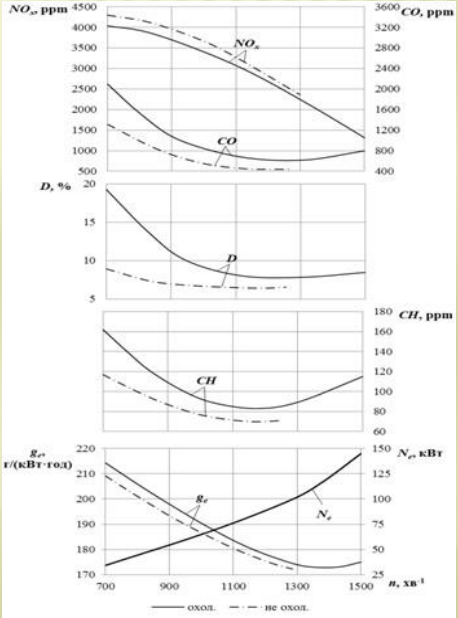
Характеристики АРТСП в зоне верхнего компрессионного кольца поршня за срок годовой эксплуатации тракторного двигателя СМД-62М: • • • • • реальное АРТСП; — • — идеальное АРТСП; — без масляного охлаждения поршня; — — — с нерегулируемым охолаждением поршня



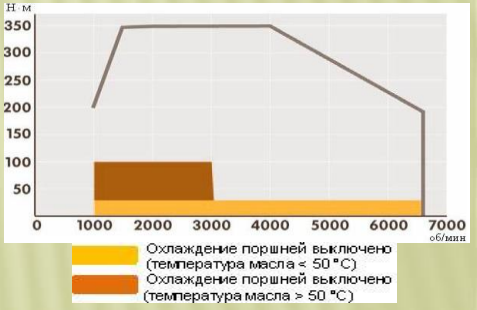




Индикаторная диаграмма (а) и характетистики тепловиделения (б): —— - охлаждаемые поршни , - - - - - неохлаждаемые поршни



Влияние ТСП на показателии дизеля ЧН 21/21: поршни с охлаждением — и - - - без охлаждения



Алгоритм управления температурным состоянием поршня двигателя семейства EA 888, выполняющего нормы EURO-6 (производитель – VOLKSWAGEN)

Слайд 4

Эксперементальное исследование

Эксперементальный стенд

Газоанализатор ОКСИ 5М и дымомер ИНФРАКАР-Д

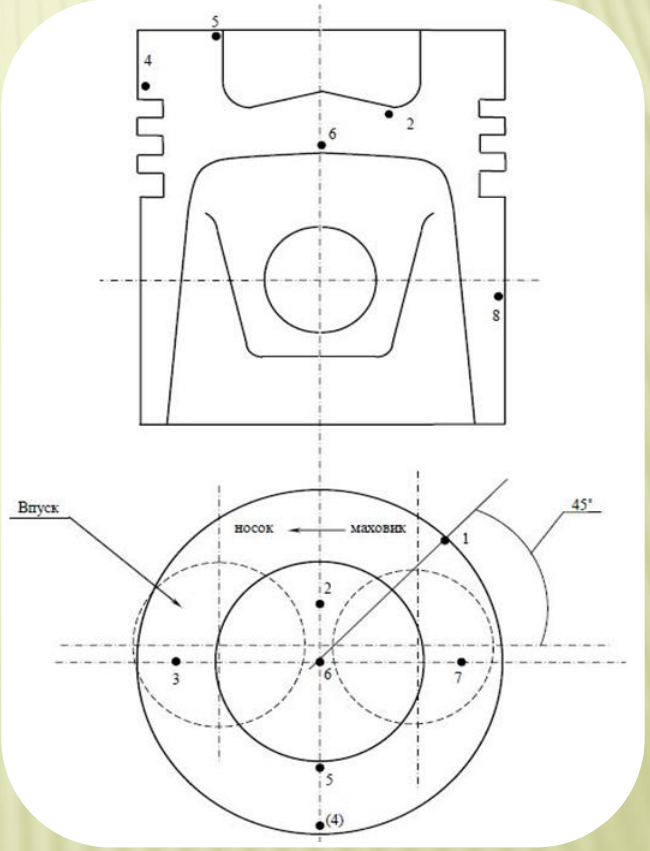


Схема размещения термопар в поршне

Режимы эксперементального исследования

№ режима	n = 1200 хв$^{-1}$	№ режима	n = 1500 хв$^{-1}$	№ режима	n = 1800 хв$^{-1}$
	p_e, МПа		p_e, МПа		p_e, МПа
1	0	4	5	7	5
2	0,38	5	0,38	8	0,38
3	0,75	6	0,75	9	0,75

* - испытания проводились для θ = 18,21,24 гр.п.к.в. до ВМТ при включенном и выключенном охлаждении поршей

Слайд 5

Математическая модель комплексной оценки качества работы ДВС

$$D = \sqrt[3]{d_1 \cdot d_2 \cdot d_3} \to 1$$ -функция желательности Харрингтона

d_1 - частичная функция желательности удельного эффективного расхода топлива

$d_{2,3}$ - частичные функции желательности выбросов рассматриваемых вредных веществ,

$$d_i = \exp\left[-\exp(a + b \cdot f_i)\right], i = 1, 2, 3$$

f_i - истинное значение параметра качества конструкции

Значения коэффициентов a, b находятся из системы двух уравнений, определяющих лучшее $(d_i = 0{,}8)$ и худшее $(d_i = 0{,}2)$ значения частичной функции желательности для диапазона варьирования управляющих параметров.

$$K_{ТЭ} = \frac{3600}{H_u \dfrac{\sum_{i=1}^{z}(G_{Ti}P_i)}{\sum_{i=1}^{z}(N_{ei}P_i)}} \cdot \frac{\sum_{i=1}^{z}(G_{Ti}P_i)}{\sum_{i=1}^{z}(G_{Ti}P_i) + \sigma f \sum_{i=1}^{z}\left[G_{Ti}P_i \cdot \sum_{k=1}^{N}\dfrac{A_k G_{BBk}}{G_{Ti}}\right]}$$

- комплексный критерий топливной экономичности и токсичности отработавших газов

$G_{BB_{k_i}}$ и G_{T_i} - массовые выбросы вредных веществ и расход топлива на каждом фиксированном режиме

P_i - долевая наработка на каждом i -м фиксированном режиме с учетом обобщения данных эксплуатации двигателя за год или за цикл - выполнения работ

A_k -показатель агрессивности вредного вещества

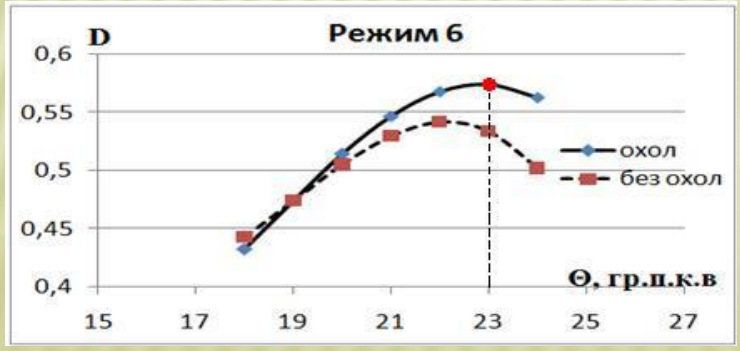
Ne_i - эффективная мощность двигателя

Слайд 6

Модель эксплуатации транспортных дизелей

Цикл исспытаний для определения комплексного критерия расхода топлива и токсичности отработавщих газов при эксплуатации дизелей грузовых автомобилей

№ режима	Частота вращения коленчатого вала	Крутящий момент	Коэффициент,что учитывает часть суммарных затрат на рассход топлива и возмещение экологического вреда эксплуатации
1	n_H	$M_{КР\ H}$	0,05
2	n_H	0,7 $M_{КР\ H}$	0,025
3	0,8 n_H	1,1 $M_{КР\ H}$	0,3
4	0,8 n_H	0,7 $M_{КР\ H}$	0,05
5	0,8 n_H	0,3 $M_{КР\ H}$	0,05
6	0,6 n_H	1,1 $M_{КР\ H}$	0,35
7	0,6 n_H	0,7 $M_{КР\ H}$	0,1
8	0,6 n_H	0,3 $M_{КР\ H}$	0,05
9	n_{XX}	0	0,025



Оптимум параметров регулирования

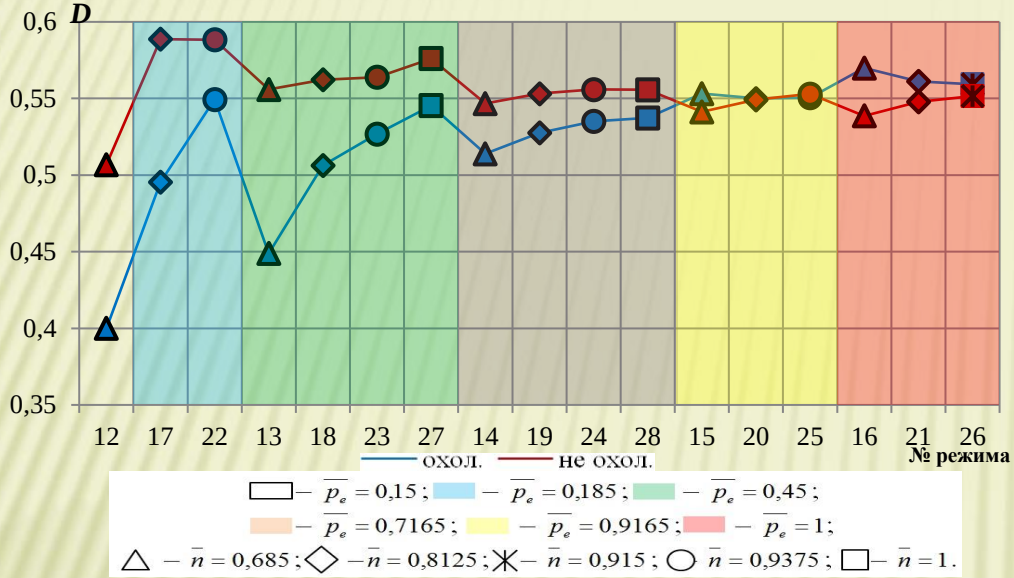
Модель эксплуатации дизеля грузового автомобиля

Номера полигонов	Значение $\bar{n}$ в в узловой точке	Значение $\overline{M_{кр}}$ в узловой точке	Вероятностное распределение полигонов эксплуатационных режимов дизеля грузового автомобиля $\bar{P}$		
			Движение по городу	Движение по шоссе	Движение по городу и шоссе
1	0,275	0	0,1922	0,0306	0,0114
2	0,415	0,15	0,0923	0,0096	0,05095
3	0,415	0,45	0,0607	0,0048	0,03275
4	0,415	0,7165	0,0254	0,0021	0,01375
5	0,415	0,9165	0,0168	0,001	0,0089
6	0,43	1,05	0,093	0,0256	0,0593
7	0,55	0,15	0,0645	0,0087	0,0366
8	0,55	0,45	0,099	0,0177	0,05835
9	0,55	0,7165	0,0385	0,0087	0,0237
10	0,55	0,9165	0,0388	0,0068	0,0228
11	0,55	1,1	0,1165	0,0718	0,09415
12	0,685	0,15	0,0229	0,0112	0,01705
13	0,685	0,45	0,0214	0,0456	0,0335
14	0,685	0,7165	0,0112	0,0155	0,01135
15	0,685	0,9165	0,0288	0,0205	0,02465
16	0,685	1,1	0,365	0,2035	0,12
17	0,8125	0,185	0,0041	0,0113	0,0077
18	0,8125	0,45	0,008	0,05	0,029
19	0,8125	0,7165	0,0029	0,0316	0,01725
20	0,8125	0,9165	0,0064	0,0394	0,0229
21	0,8125	1,1	0,0101	0,2087	0,1094
22	0,9375	0,185	0,0014	0,059	0,00365
23	0,9375	0,45	0,0055	0,0335	0,0195
24	0,9375	0,7165	0,0011	0,022	0,01155
25	0,9375	0,9165	0,002	0,0273	0,14565
26	0,915	1,03	0	0,0824	0,0412
27	1,015	0,450	0	0,0015	0,00075
28	1,0075	0,7165	0	0,0025	0,00125

Слайд 7

Результаты решения оптимизационной задачи

Закон регулирования температурного состояния поршня



Варианты законов регулирования

№ режима	Оптимумы по D-функции		
	Регулирование ТСП при неизменном θ	Регулирование θ	Совместное регулирование θ и ТСП
12	23	18	18
13	23	24	18
14	23	24	18
15	23	23	22
16	23	23	23
17	23	23	19
18	23	23	20
19	23	23	21
20	23	23	21
21	23	22	21
22	23	22	21
23	23	22	21
24	23	22	21
25	23	22	21
26	23	22	21
27	23	22	21
28	23	22	21

Эффективность различных вариантов регулирования

	$K_{тэ}$	$G_т$	$G_{ВВпр}$	G_{NOx}	$G_{тч}$
		кг/год	кг/год	кг/год	кг/год
Базовый θ, без регулирования ТСП	0,0060	90567,19	355082,3	304796,7	50285,6
Регулирование ТСП при неизменном θ	0,0059	90238,35	357124,5	308160,7	48963,8
Регулирование θ	0,0063	90880,6	342832,2	289727,2	53105,0
Совместное регулирование θ и ТСП	0,0073	90876,65	313432,2	265879,8	47552,4

-охлаждение поршней включено

-охлаждение поршней выключено

Слайд 8

Выводы

-выполнен анализ проблемы комплексного улучшения показателей ДВС;
- проанализированы данные экспериментального исследования влияния ТСП на показатели работы автотранспортного дизеля; получены эмпирические зависимости, отображающие влияние режимных параметров и ТСП на показатели экологичности и топливной экономичности ДВС;
- выбрана математическая модель комплексной оценки качества ДВС; для решения оптимизационной задачи использовалась методика с применением функции желательности Харрингтона;
- синтезированы законы регулирования для различных вариантов САР: регулирование ТСП при неизменном θ, регулирование θ при постоянно включенном охлаждении поршней, совместное регулирование ТСП и θ;
- проведен анализ эффективности использования различных вариантов регулирования: регулирование ТСП при постоянном значении θ не приводит к ощутимым изменениям параметров оптимизации по сравнению с базовым вариантом; регулирование θ при постоянно включенном охлаждении позволяет уменьшить эмиссию вредных веществ на 3,45%; при комплексном регулировании ТСП и θ достигается значительное улучшение экологических показателей ДВС (на 11,7%) при незначительном (0,34%) ухудшении топливной экономичности за период годичной эксплуатации дизеля.