

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ
«ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»
(ОмГУПС (ОМИИТ))

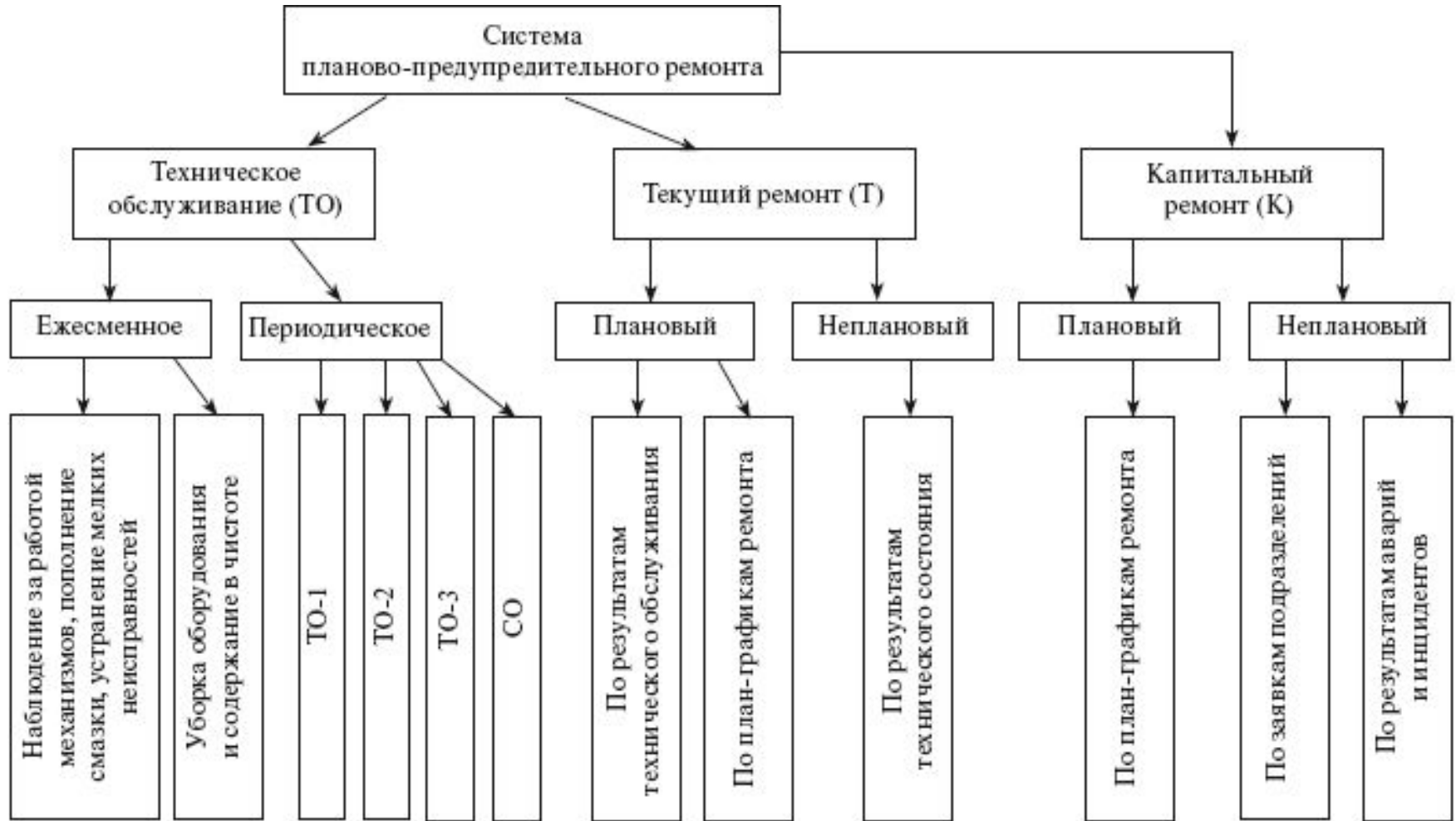
презентация дипломного проекта на тему

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ
ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ
ПО РЕЗУЛЬТАТАМ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ
ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РЕОСТАТНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Омск 2016

Подготовил: студент Б-ЛТ-00088 А.А. Шутенко
Руководитель: доцент кафедры «Локомотивы» В.Ф. Тарута»

СТРУКТУРА СИСТЕМЫ ТО И ТР ТЕПЛОВОЗОВ



ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПЛОЩАДКИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РИ ТЕПЛОВОЗОВ



а) на типовой станции реостатных испытаний



б) на открытой площадке в кабине машиниста

ТРЕБОВАНИЯ К КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РИ

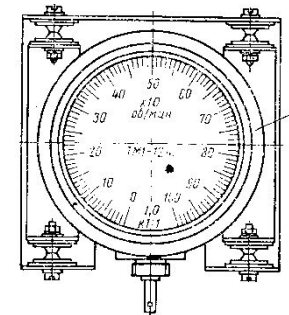
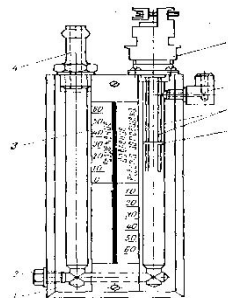
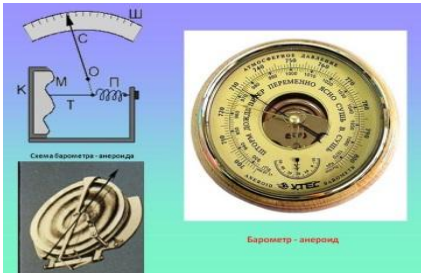
Наименование прибора	Диапазон измерения прибора, класс точности, погрешность	Измеряемые величины
Вольтамперметр М2017	0-1500 А, кл. 0,2 ±3, А	Ток главного генератора
Вольтамперметр М2015	0-1500 В, кл. 0,2 ±3, В	Напряжение главного генератора
Вольтамперметр М2010	0-100 А, кл. 0,2 ±0,2, А	Ток возбуждения главного генератора
Вольтметр М42300	0-150 В, кл. 1,5 ±0,3, В	Напряжение возбуждения генератора
Амперметр М42300	0-20 А, кл. 1,5 ±0,3, А	Ток возбуждения возбуждителя
Амперметр М381	0-5 А, кл. 1,5 ±0,075, А	Ток в токовых катушках реле перехода
Вольтамперметр М2015	0-15 А, кл. 0,2 ±0,033, А	Ток РТ и напряжение РТ
Вольтметр М42300	0-150 В, кл. 1,5 ±3, В	Напряжение вспомогательного генератора
Тахометр ТМ1-1М или тахометр ТЧ-10Р	0-1000 об/мин, кл. 1,0 ±10 об/мин	Частота вращения коленвала дизеля
Клапанное устройство модель 55202, УХЛЗ с манометром МТК, модель 1076, 160 кгс/см ²	0-160 кгс/см ² кл. 1,5	Давление вспышки в цилиндрах дизеля
Система измерительная температуры типа К69001	0-600 °С	Температура выхлопных газов после цилиндра дизеля и перед турбокомпрессором
Мановакуумметр типа МВ-ГОСТ-9933-75	0-24,5 гПа (0-250 мм вод.ст.) ±0,196 гПа (±2 мм вод.ст.)	Статический напор воздуха в тяговых электродвигателях
Секундомер СОПр-2а-3-ГОСТ-5072-79	0-60 сек ±0,2 сек	Продолжительность пуска дизеля
Термометр ТЛ-5 ГОСТ-215-73	0-150 °С ±0,5 °С	Температура воды и масла дизеля

↑ Перечень контролируемых при реостатных испытаниях тепловозов ТЭМ2 параметров

Требования к контролю параметров по ГОСТ 10448-80 →

Измеряемые параметры	Группа двигателей				
	Ia	IIa	IIIa	IVa	Va
1. Атмосферное давление	+	+	+	+	+
2. Температура воздуха на входе в двигатель или агрегат наддува (температура окружающей среды)	+	+	+	+	+
3. Влажность окружающей среды	+	+	+	+	+
4. Крутящий момент двигателя на валу отбора мощности	+	+	+	+	+
5. Частота вращения	+	+	+	+	+
6. Положение рейки топливного насоса или регулятора	+	+	+	+	+
7. Расход топлива	+	+	+	+	+
21. Температура воздуха после турбокомпрессора (нагнетателя)	o	o	o	+	+
22. Температура наддувочного воздуха после охладителя	o	o	+	+	+
23. Температура выпускного газа на выходе из цилиндра (блока)	o	o	+	+	+
24. Температура выпускных газов на входе в турбокомпрессор или другие системы наддува, работающие на выпускных газах	o	o	+	+	+
26. Температура охлаждающей жидкости на входе и выходе из двигателя (цилиндра)	+	+	+	+	+
27. Температура охлаждающей жидкости в отдельных цепях	o	o	o	+	+
28. Температура вторичной охлаждающей жидкости на входе и выходе из охладителя	o	o	o	+	+
29. Температура охлаждающей жидкости на входе и выходе из охладителя наддувочного воздуха	o	o	+	+	+
30. Температура смазочного масла на входе и (или) выходе из двигателя	o	o	+	+	+
31. Температура топлива	o	o	o	+	+
32. Расход смазочного масла цилиндрического (при наличии отдельной смазки цилиндров)	o	o	o	o	+
33. Частота вращения ротора турбокомпрессора	o	o	+	+	+
34. Вязкость топлива при работе на тяжелом топливе	o	o	o	+	+
35. Натуральный показатель ослабления светового потока или условные единицы БОП (FSN)	+	+	+	+	+
36. Удельный выброс вредного вещества	+	+	+	+	+

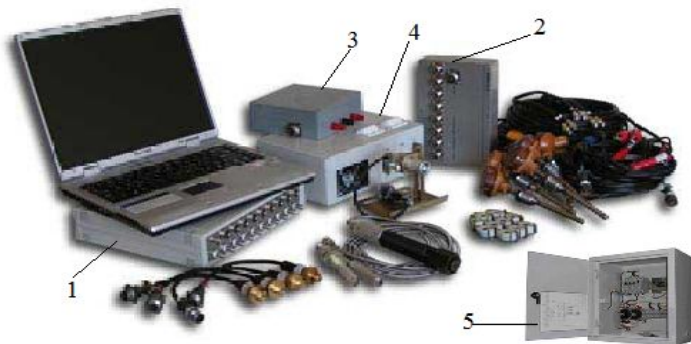
ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ ДГУ ТЕПЛОВОЗОВ



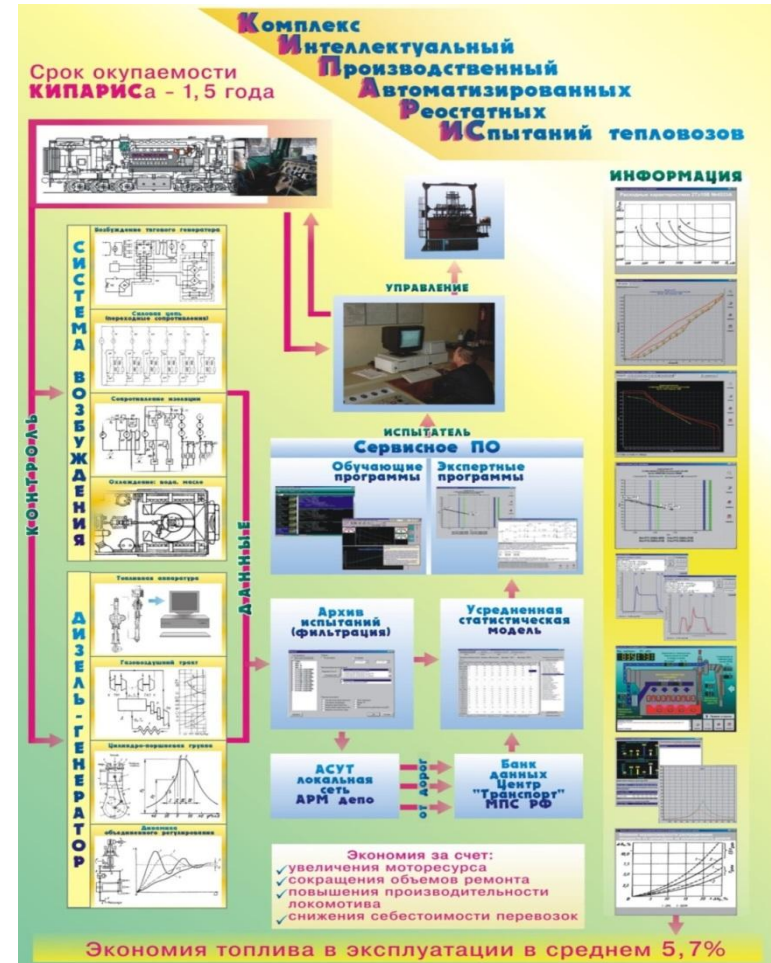
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И ИСПЫТАНИЙ ТЕПЛОВОЗОВ



АСКИ Магистраль Переносной модуль «Гранит»

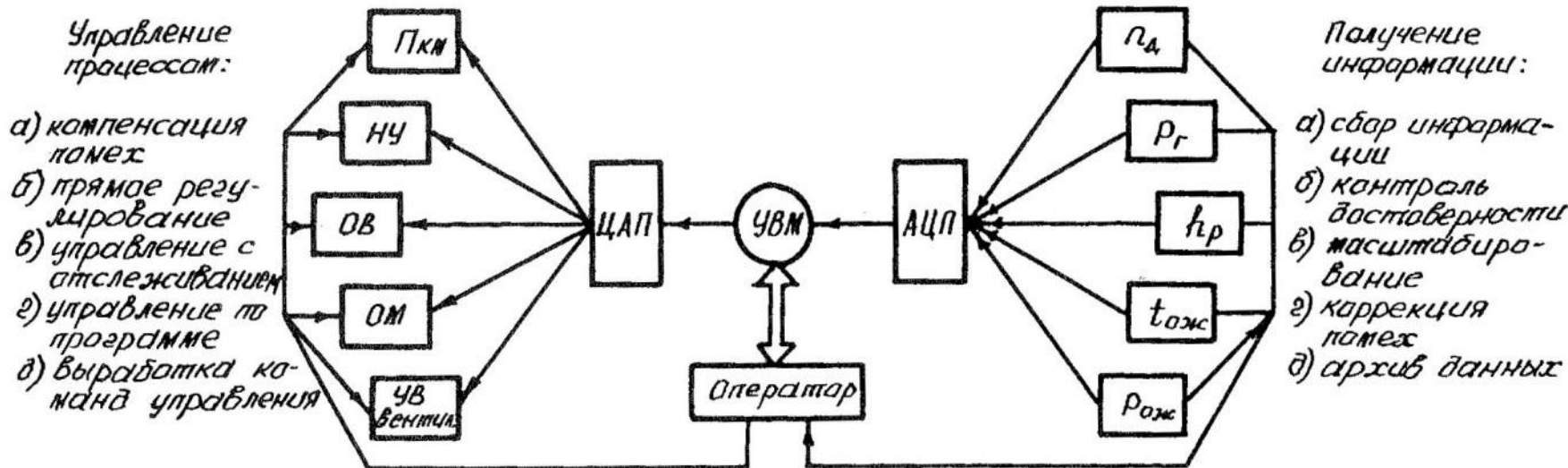


АСКИ Алмаз



АСКИ КИПАРИС

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА АСКИ ДЛЯ РИ ТЕПЛОВЗОВ



Управление с отслеживанием:

Входной поток $I_e = \alpha m_e / dt = m_e = c \cdot h_e$
 Выходной поток $I_a = \alpha m_a / dt = m_a = c \cdot h_a$
 $m = \rho \cdot V = \rho \cdot S \cdot h$ $\rho \cdot S \cdot \frac{dh}{dt} = I_e - I_a$ $\rho \cdot S \int_{h_0}^{h_m} dh = 0$; $h = h_0$

Нарушение стационарности процесса:

$$I_a = I_{a0} = c \cdot \lambda_{a0} \quad T_1, dh/dt = \lambda_{a0} \quad T_1 = \frac{\rho \cdot S}{c}$$

$$T_a = \int_{t_1}^{t_2} dt = \frac{T_1}{\lambda_{a0}} \int_{h_0}^{h_m} dh = \frac{T_1}{\lambda_{a0}} (h_m - h_0)$$

Коррекция помех:

$$\chi_{ср} = \frac{\chi_1 + \chi_2 + \dots + \chi_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \chi_i$$

$$D(\chi_{ср}) = \sigma_{\chi_{ср}}^2 = \sigma^2/n \quad \sigma_{\chi_{ср}} = \sigma/\sqrt{n}$$

$$D(\chi_{ср}) = \sigma_{\chi_{ср}}^2 = (S_D)_{\chi_{ср}}^2 = S_D^2/n$$

Цифровая фильтрация информации:

$$\chi_a(t) + T \frac{d\chi_a(t)}{dt} = \chi_e(t); \quad t(k-1, k, k+1)$$

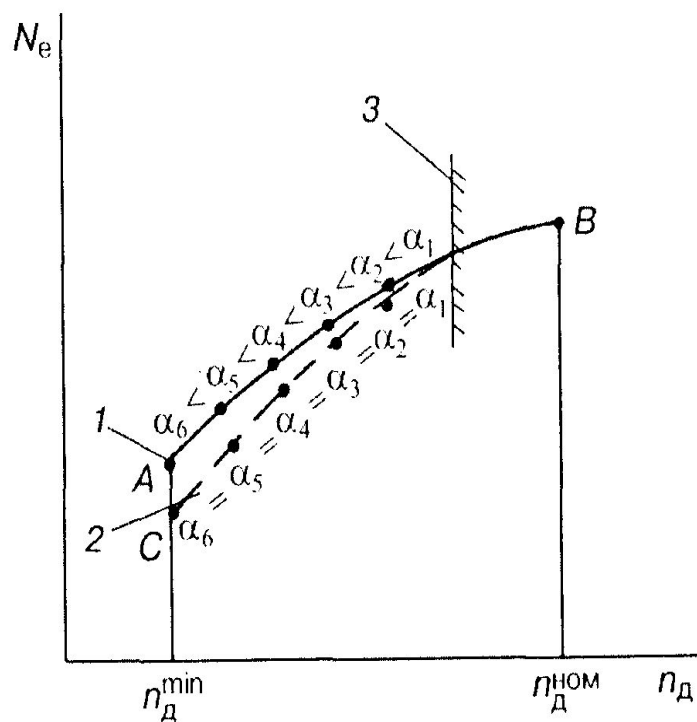
$$\chi_e(k) = \chi_a(k-1) + T \frac{\chi_a(k) - \chi_a(k-1)}{t_k - t_{k-1}}$$

$$\chi_a(k) = \chi_a(k-1) + \frac{\chi_e(k) - \chi_a(k-1)}{1 + (T/T_A)}$$

$$a = \frac{1}{1 + T/T_A} \quad T_A = t_k - t_{k-1}$$

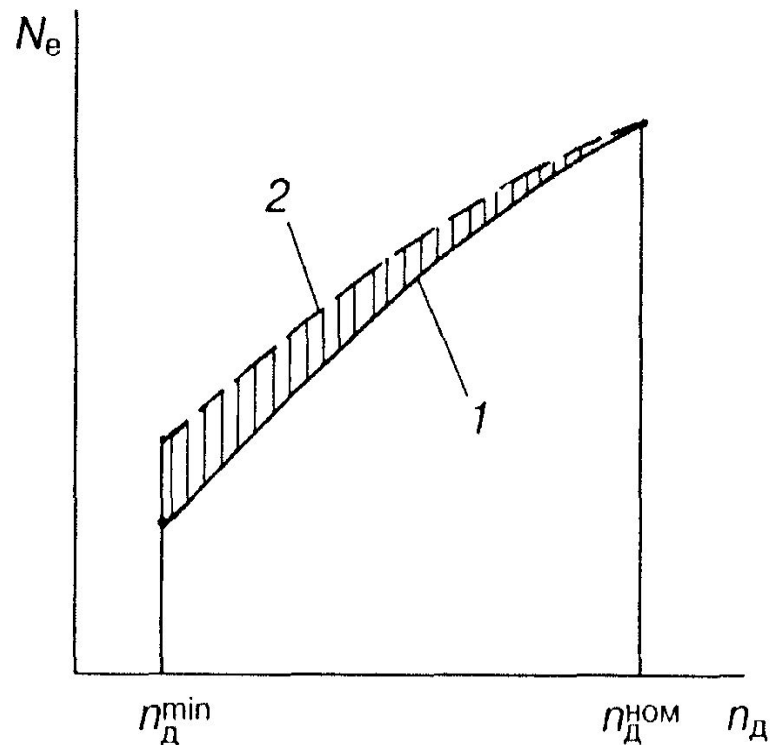
ОГРАНИЧИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛОВОЗНОГО ДИЗЕЛЯ

По температуре выпускных газов



- 1(AB)–внешняя;
- 2(СВ)– ограничительная;
- 3 – граница минимально возможных значений α

По дымности

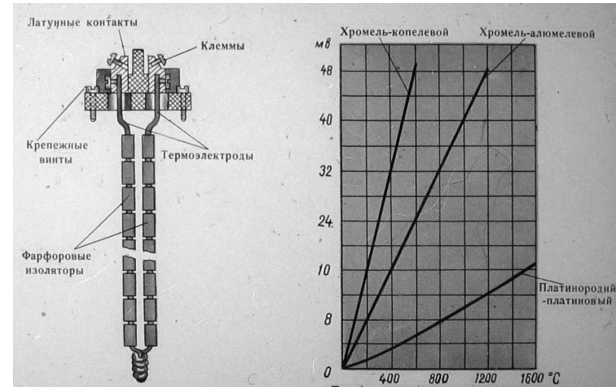


- 1) внешняя;
- 2) характеристика предела дымления

ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУР ТЕПЛОНОСИТЕЛЕЙ ПРИ РИ ТЕПЛОВОЗОВ



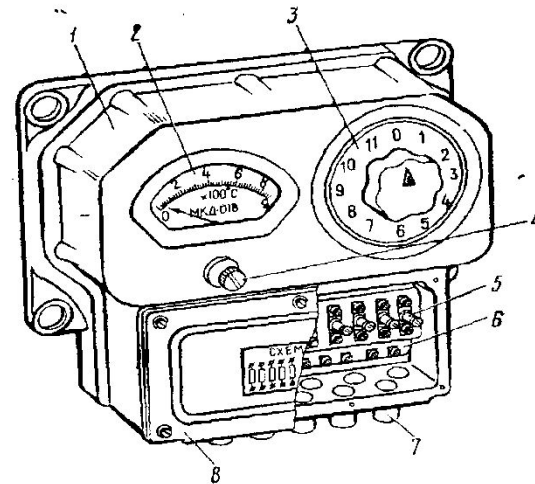
Термопара (внешний вид)



Термопара: устройство; характеристики



Термоуказатель ТУЭ-48 с терморезистором ПП-2



Милливольтметр МКД-018 со встроенным переключателем

КИПАРИС: ПРОТОКОЛ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ РИ ТЕПЛОВОЗА ТЭМ2

ТЧР-1
Зингалдо-Сибирская ТР
10.07.2014

ПРОТОКОЛ РЕОСТАТНЫХ ИСПЫТАНИЙ ТЕПЛОВОЗА

СЕРИИ ТЭМ2 № 2547
Начало испытаний: 10.07.2014 08:07. Окончание испытаний: 10.07.2014 12:23.
Вид испытаний: Контрольные испытания по записи
регулировка мощности

1. Температура окружающего воздуха 22 °С 2. Барометрическое давление 98.0(735) кПа(мм.рт.ст.)

3. Частота вращения вала дизеля на холостом ходу (Nd хх) и под нагрузкой (Nd)

Позиция КМ	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Допуск, об/мин	300±15	300±15	300±15	330±10	400±10	480±10	570±10	650±10	750±5
Nд хх, об/мин	301	301	298	322	399	499	562	659	749
Nд, об/мин	303	311	315	340	410	500	574	662	750

4. Срабатывание предельного регулятора 840 Гц(об/мин)

5. Внешняя характеристика тягового генератора

6. Сопротивление изоляции
1) Силовой цепи : 0.5 МОм
2) Цепи управления : 0.3 МОм

7. Срабатывание реле переходов

Реле	Включение		Отключение	
	Iг, А	Uг, В	Iг, А	Uг, В
РП1				
РП2				

8. Тепловозная характеристика

Мощность ДГУ на 8 позиции, приведенная к нормальным условиям*, 754 кВт
нормальные условия: температура окружающей среды 20°С, барометрическое давление 760мм рт.ст., относительная влажность воздуха 70%

9. Параметры ДГУ

Цилиндр	1	2	3	4	5	6
Pc, МПа(кгс/см2)	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)
Pz, МПа(кгс/см2)	6.7(68)	6.7(68)	6.7(68)	6.7(68)	6.7(68)	6.7(68)

10. Стат. напор воздуха над коллекторами ТЭД и над коллектором генератора, кПа(мм.вод.ст.)

ТЭД1	ТЭД2	ТЭД3	ТЭД4	ТЭД5	ТЭД6	ГГ
0.00(0)	0.00(0)	0.00(0)	0.00(0)	0.00(0)	0.00(0)	0.00(0)

11. Временной срез при съеме тепловозной характеристики

Позиция КМ	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Pг, кВт	0	33	84	109	196	321	444	584	747
Iг, А	0	263	382	434	586	752	902	1102	1253
Uг, В	0	123	220	252	335	426	492	530	596
Uвг, В	75.8	75.6	75.8	75.6	75.4	75.6	75.4	74.9	75.0
Nдиз, об/мин	303	311	315	340	410	500	574	662	750
Tн, °С	44	44	44	44	43	43	43	54	54
Pн, кгс/см2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.16	0.33	0.59
Tц1, °С	161	159	193	227	309	396	408	430	471
Tц2, °С	163	161	201	249	325	412	417	427	490
Tц3, °С	140	147	193	237	314	398	418	417	474
Tц4, °С	167	163	199	242	310	403	422	433	484
Tц5, °С	114	104	150	201	284	385	410	435	490
Tц6, °С	150	159	209	249	308	391	410	452	486

12. Неисправности, требующие устранения после проведения испытаний:

- Долгая стабилизация оборотов РЧО.
- Течь топлива по гайке коллектора Эго ТНВД.
- Не работает манометр давления топлива.

ПРИМЕЧАНИЯ:
1. АПК БОРТ исправен. /Расцудина Л.В./
2. Пломбы ТЧР-1, Шели И.Г./
3. Топливо 4151/4031г.

Мастер реостатных испытаний
Кузнецов М.П.

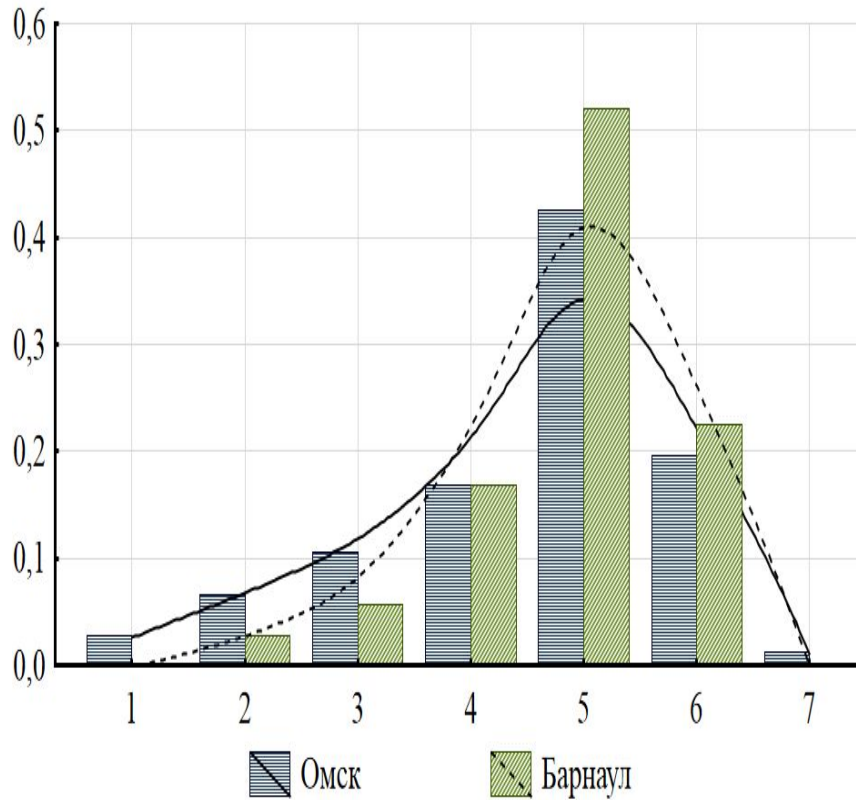
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТЕЙ ДГУ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РИ ТЕПЛОВОЗОВ ТЭМ2

№ №п/п <i>i</i>	Интервал $\alpha_i - \beta_i$	Середина интервала $x_i = \frac{\alpha_i + \beta_i}{2}$	Частота n_i	Частость $\omega_i = \frac{n_i}{n}$		№ №п/п <i>i</i>	Интервал $\alpha_i - \beta_i$	Середина интервала $x_i = \frac{\alpha_i + \beta_i}{2}$	Частота n_i	Частот ь $\omega_i = \frac{n_i}{n}$
1	520 – 550	535	2	0,04		1	373 – 424	399	5	0,02
2	551 – 581	566	3	0,04		2	425 – 476	450	7	0,03
3	582 – 612	597	1	0,01		3	477 – 528	503	12	0,05
4	613 – 643	628	1	0,01		4	529 – 580	554	20	0,08
5	644 – 674	659	10	0,14		5	581 – 632	607	21	0,08
6	675 – 705	690	16	0,23		6	633 – 684	658	40	0,15
7	706 – 736	721	18	0,25		7	685 – 736	711	82	0,32
8	737 – 767	752	13	0,18		8	737 – 788	762	65	0,25
9	768 – 798	783	6	0,08		9	789 – 840	815	2	0,01
10	799 - 829	814	1	0,02		10	841 - 892	866	2	0,01
Локомотивное депо Б.						Локомотивное депо О.				

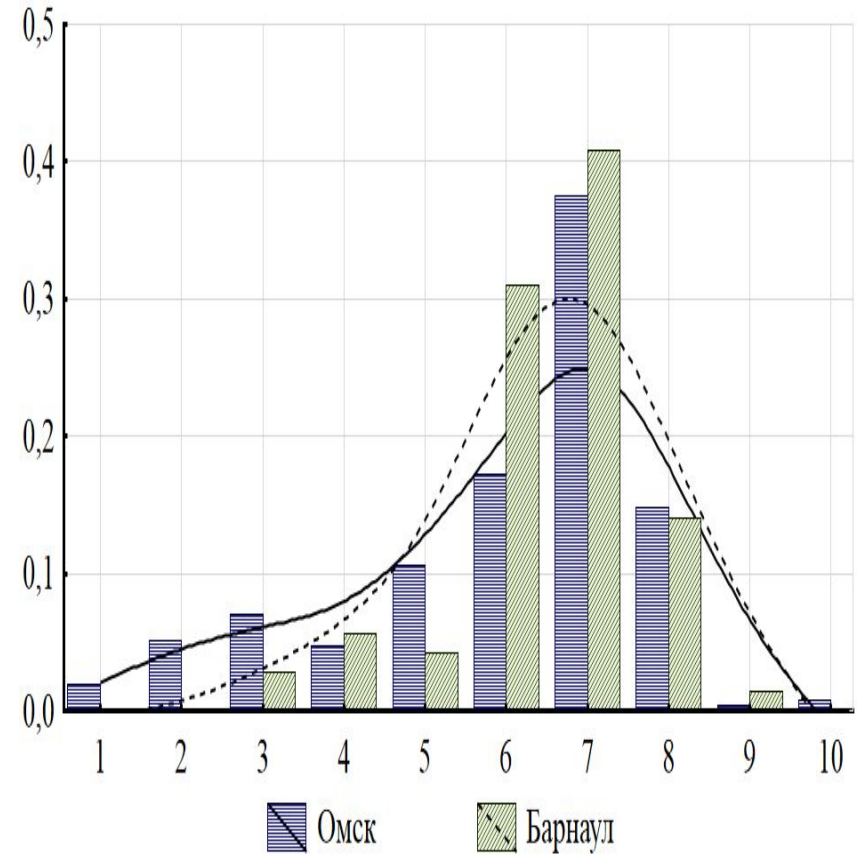
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУР ВЫПУСКНЫХ ГАЗОВ ПО ЦИЛИНДРАМ ДИЗЕЛЕЙ

№№п/п <i>i</i>	Интервал $\alpha_i - \beta_i$	Середина интервала $x_i = \frac{\alpha_i + \beta_i}{2}$	Частота n_i	Частость $\omega_i = \frac{n_i}{n}$	№№п/п <i>i</i>	Интервал $\alpha_i - \beta_i$	Середина интервала $x_i = \frac{\alpha_i + \beta_i}{2}$	Частота n_i	Частость $\omega_i = \frac{n_i}{n}$
1	255 – 295	275	9	0,02	1	258 - 299	298	2	0,00
2	296 – 336	316	8	0,02	2	300 – 341	340	1	0,00
3	337 – 377	357	26	0,06	3	342 – 383	382	51	0,03
4	378 – 418	398	62	0,15	4	384 – 425	424	177	0,12
5	419 – 459	439	116	0,27	5	426 – 467	466	554	0,37
6	460 – 500	480	125	0,30	6	468 – 509	508	457	0,30
7	501 – 541	521	38	0,09	7	510 – 551	550	204	0,13
8	542 – 582	562	16	0,04	8	552 – 593	592	63	0,04
9	583 – 623	603	9	0,02	9	594 – 635	634	22	0,01
10	624 - 664	644	13	0,03	10	636 - 677	676	7	0
Локомотивное депо Б.					Локомотивное депо О.				

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ РЕОСТАТНЫХ ИСПЫТАНИЙ



Распределение показателей мощности локомотивов серии ТЭМ2 при реостатных испытаниях



Распределение показателей средней температуры по цилиндрам локомотивов серии ТЭМ2 при реостатных испытаниях

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РЕЖИМОВ ОБКАТОЧНЫХ ИСПЫТАНИЙ ДГУ ТЕПЛОВОЗОВ ТИПА ТЭМ2 (ТЭМ18ДМ)

Показатели режимов обкаточных испытаний дизель-генератора ПДГ1М

Позиция КМ	Частота вращения коленвала, мин ⁻¹	Мощность дизель-генератора, кВт	Продолжительность режима, мин	Продолжительность режима, час	Часовой расход топлива, кг/час	Расход топлива, кг
0	300±12	холостой ход	10	0,167	7,2	1,2
1	300±12	25±10	10	0,167	11,9	2,0
2	300±12	85±10	10	0,167	17,4	2,9
3	330	130±15	15	0,250	27,5	6,9
4	400	230±15	20	0,333	50,1	16,7
5	480	350±15	25	0,417	77,1	32,2
6	570	490±15	40	0,667	108,7	72,5
7	650	620±15	60	1,000	138,0	138,0
8	750±7,5	750±15	50	0,833	167,3	139,4
Суммарный расход топлива на проведение типовых обкаточных испытаний (ΣВт), кг						Σ = 411,8

а) традиционная обкатка ДГУ

Показатели режимов обкаточных испытаний дизель-генератора ПДГ4А

Позиция КМ	Частота вращения коленвала, мин ⁻¹	Мощность дизель-генератора, кВт	Продолжительность режима, мин	Продолжительность режима, час	Часовой расход топлива, кг/час	Расход топлива, кг
0	300 ^{+6,-2}	холостой ход	10	0,167	6,7	1,1
1	300 ^{+6,-2}	25±10	10	0,167	11,4	1,9
2	300 ^{+6,-2}	70±10	10	0,167	14,8	2,5
3	330±10	130±10	10	0,167	29,2	4,9
5	480±14	260	10	0,167	60,3	10,1
6	570±17	415	10	0,167	97,3	16,3
7	650±20	630	20	0,333	148,7	49,5
8	750 ^{+7,-11}	780	60	1,000	184,6	18,4
		830	20	0,333	196,5	65,4
6	570±17	415	10	0,167	97,3	16,3
Суммарный расход топлива на проведение ускоренных испытаний (ΣВу), кг						Σ = 352,4

б) ускоренная обкатка ДГУ

СНИЖЕНИЕ УРОВНЯ ШУМА В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ПОМЕЩЕНИИ СТАНЦИИ РЕОСТАТНЫХ ИСПЫТАНИЙ ТЕПЛОВОЗОВ



а) в производственном помещении
станции РИ



б) в дизельном помещении тепловоза