

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

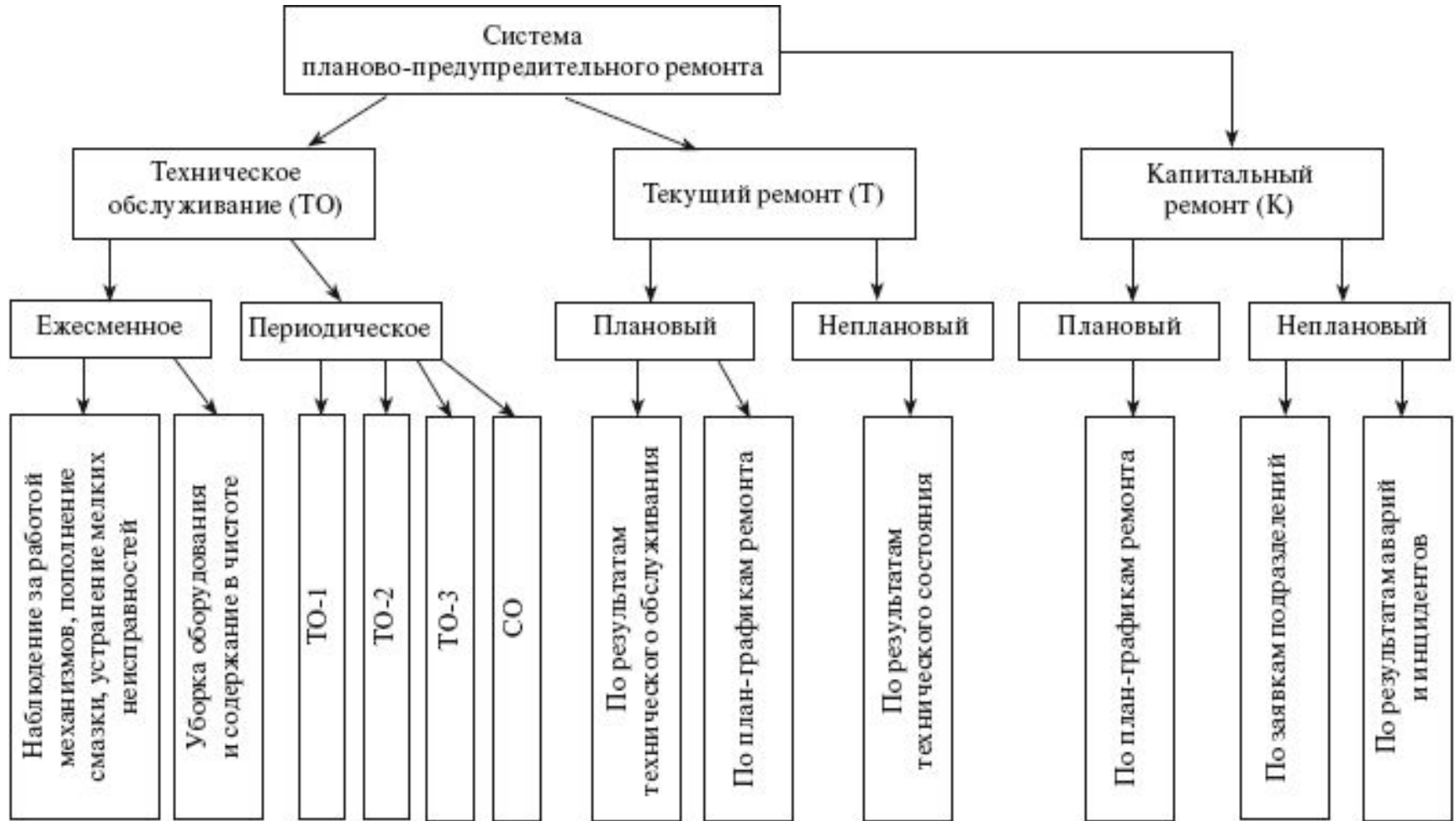
презентация дипломного проекта на тему

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

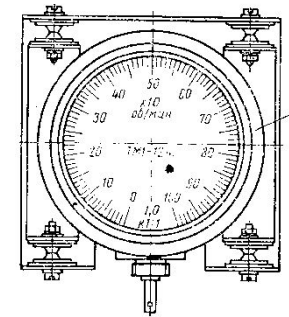
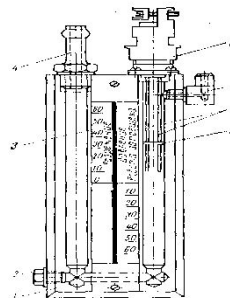
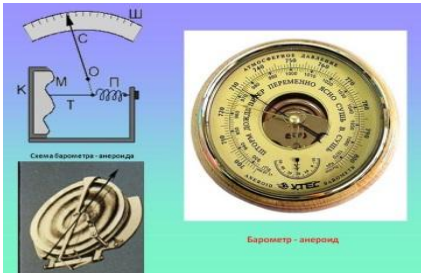
| Наименование прибора | Диапазон измерения прибора, класс точности, погрешность | Измеряемые величины |
|--|---|---|
| Вольтамперметр М2017 | 0-1500 А, кл.0,2 ±3, А | Ток главного генератора |
| Вольтамперметр М2015 | 0-1500 В, кл.0,2 ±3, В | Напряжение главного генератора |
| Вольтамперметр М2010 | 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 | + | + | + | + | + |

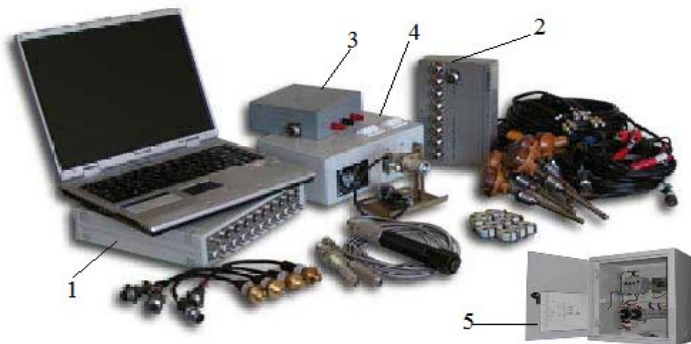
ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ ДГУ ТЕПЛОВОЗОВ



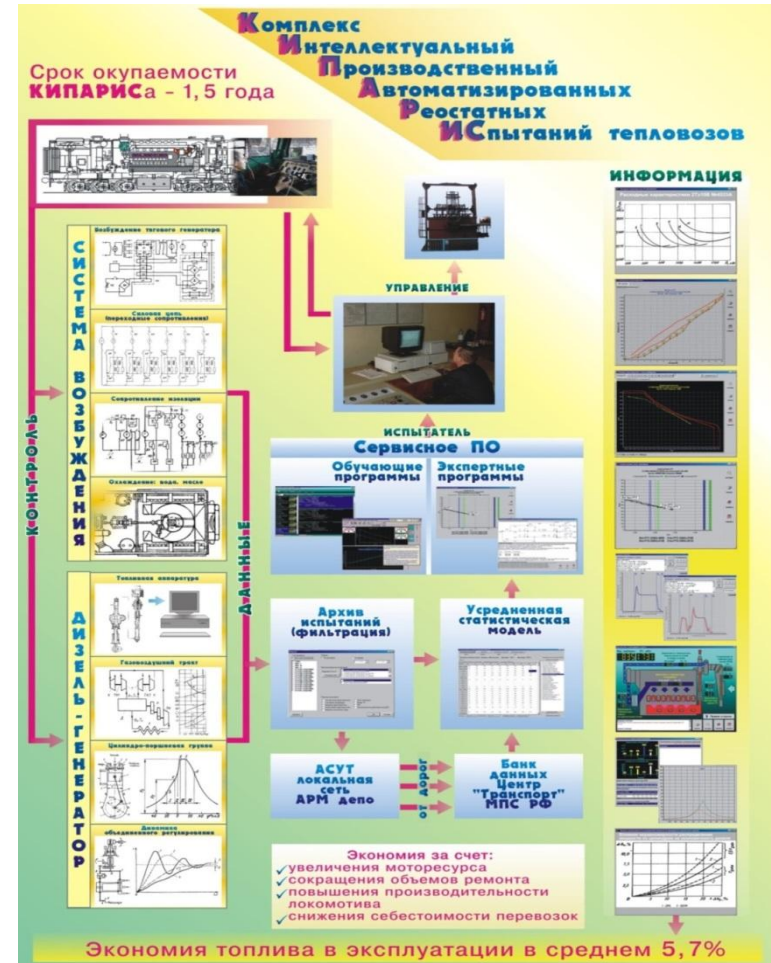
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И ИСПЫТАНИЙ ТЕПЛОВОЗОВ



АСКИ Магистраль Переносной модуль «Гранит»

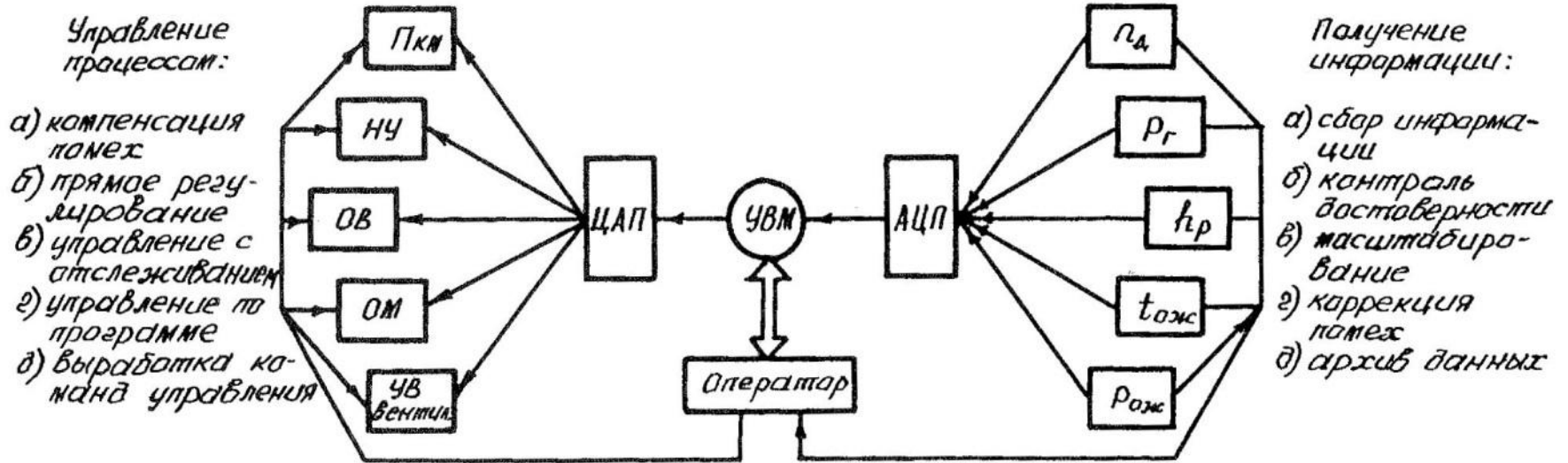


АСКИ Алмаз



АСКИ КИПАРИС

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА АСКИ ДЛЯ РИ ТЕПЛОВОЗОВ



Управление с отслеживанием:

Входной поток $I_e = dm/dt = m = c \cdot h_e$
 Выходной поток $I_a = dm_a/dt = m_a = c \cdot h_a$
 $m = p \cdot V = p \cdot S \cdot h$ $p \cdot S \frac{dh}{dt} = I_e - I_a$ $p \cdot S \int dh = 0; h = h_0$

Нарушение стационарности процесса:

$$I_a = I_{a0} = c \cdot h_{a0} \quad T_1 \frac{dh}{dt} = h_{a0} \quad T_1 = \frac{p \cdot S}{c}$$

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

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:

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

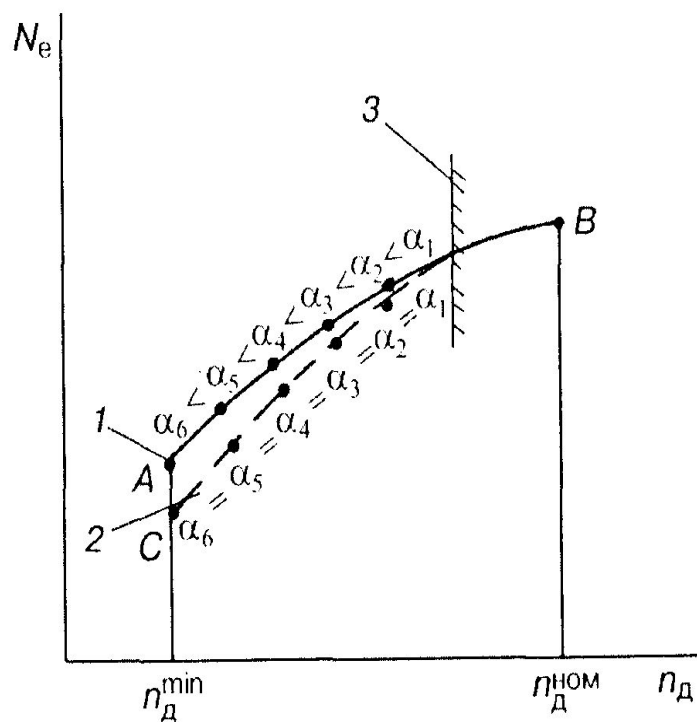
$$\chi_e(k) = \chi_a(k-1) + T \frac{\chi_a(k) - \chi_a(k-1)}{t_k - t_{k-1}}$$

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

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

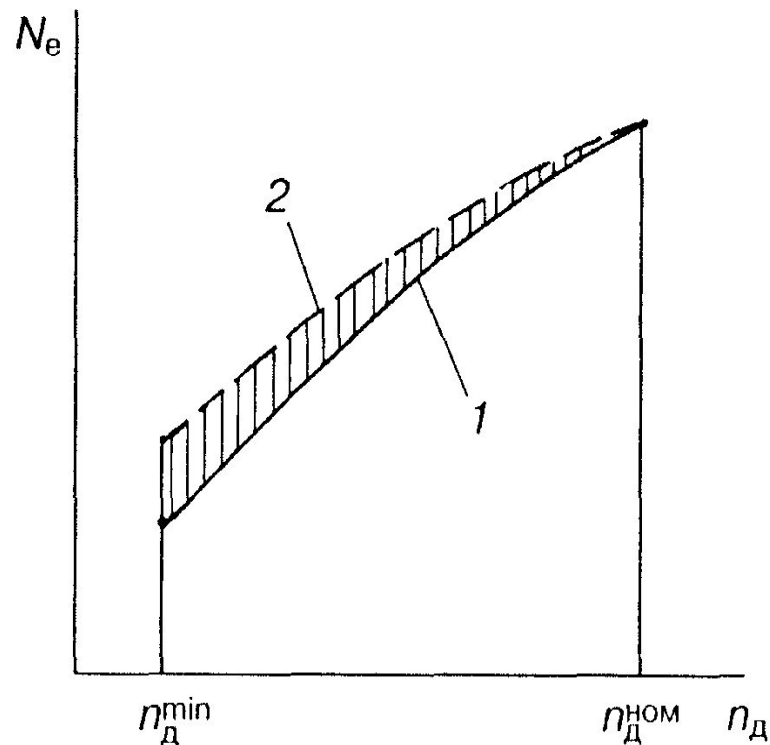
ОГРАНИЧИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛОВОЗНОГО ДИЗЕЛЯ

По температуре выпускных газов



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

По дымности

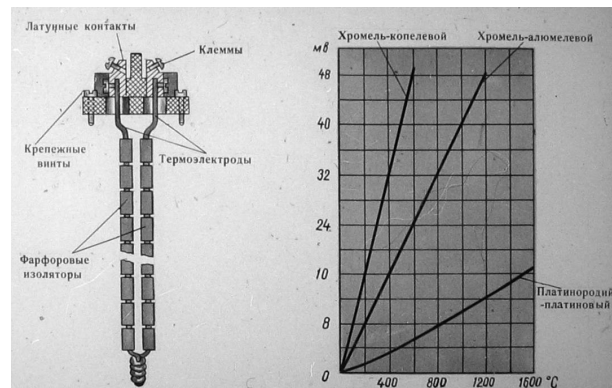


- 1) внешняя;
- 2) характеристика предела дымления

ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУР ТЕПЛОНОСИТЕЛЕЙ ПРИ РИ ТЕПЛОВОЗОВ



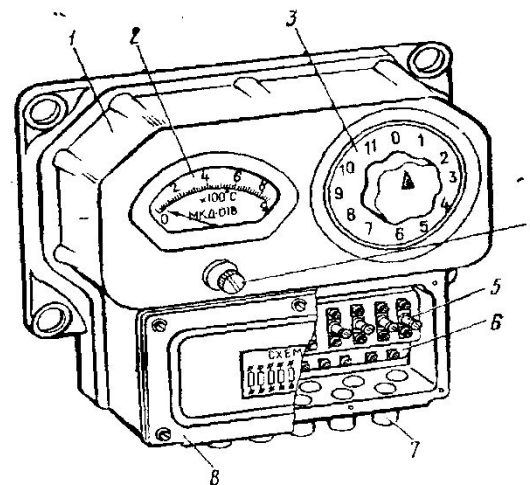
Термопара (внешний вид)



Термопара: устройство; характеристики



Термоуказатель ТУЭ-48 с терморезистором ТПП-2



Милливольтметр МКД-018 со встроенным переключателем

КИПАРИС: ПРОТОКОЛ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ РИ ТЕПЛОВОЗА ТЭМ2

ТЧР-1
Зырянно-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, кВт

Позиция КМ

Мощность ДГУ на 8 позиции, приведенная к нормальным условиям*, 754 кВт
*нормальные условия: температура окружающей среды 20°С, барометрическое давление 100 мм 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:

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

ПРИМЕЧАНИЯ:

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

Мастер реостатных испытаний

Кузнецов М.П.

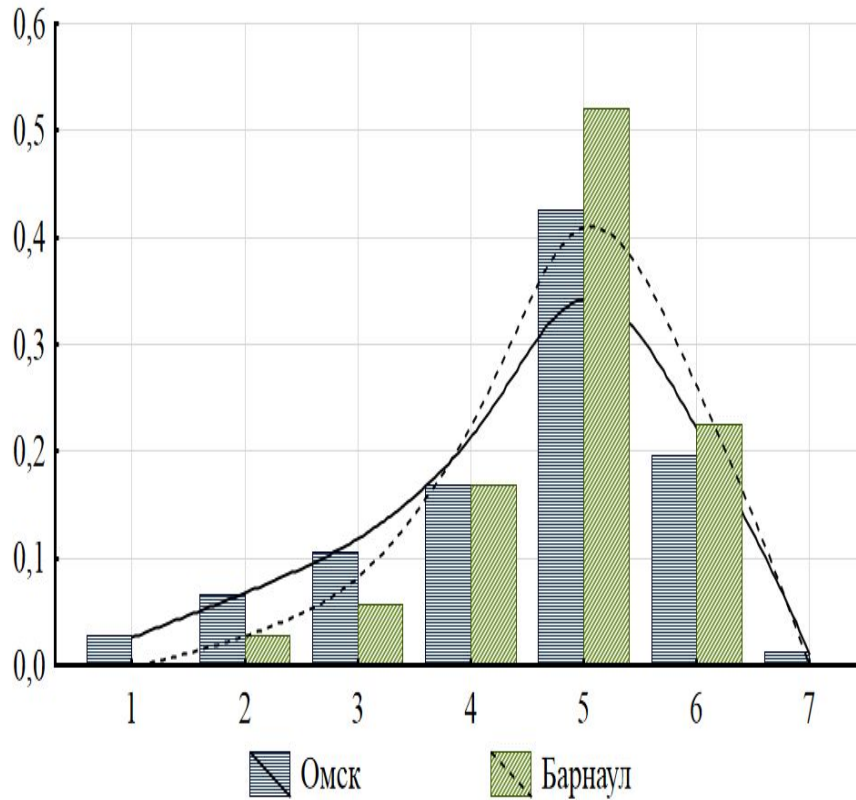
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТЕЙ ДГУ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РИ ТЕПЛОВОЗОВ ТЭМ2

| № №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. | | | | |

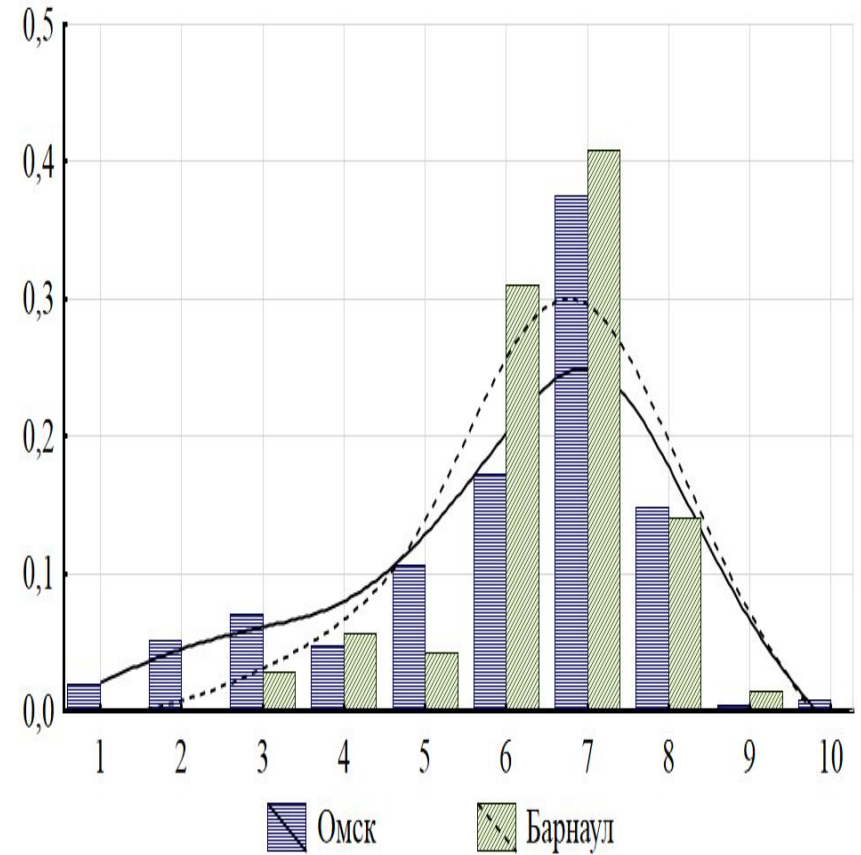
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУР ВЫПУСКНЫХ ГАЗОВ ПО ЦИЛИНДРАМ ДИЗЕЛЕЙ

| №№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 ^{+7,5, -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