

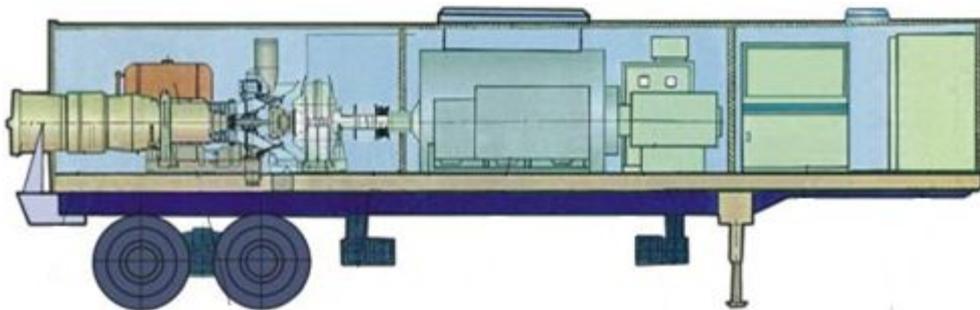
Современные решения по автоматизации газотурбинной электростанции ПЭС-2500

*Инженер отдела программного обеспечения
Седов Роман Алексеевич*

1. Описание передвижной автономной электростанции ПАЭС-2500
2. Обзор существующих решений по модернизации ПАЭС-2500
3. Замена пульта контроля и управления
4. Доработка топливопитающей схемы
5. Характеристики САУ ПАЭС-2500
6. Работа САУ ПАЭС-2500 в автономном и параллельном режимах
7. АРМ машиниста ПАЭС
8. Заключение



Фургон-полуприцеп



Турбовинтовой двигатель АИ-20ДМЭ,
12300 об/мин, планетарный редуктор



Синхронный генератор СГС-14-100-6У2,
1000 об/мин, 2500 кВт, 6.3 кВ

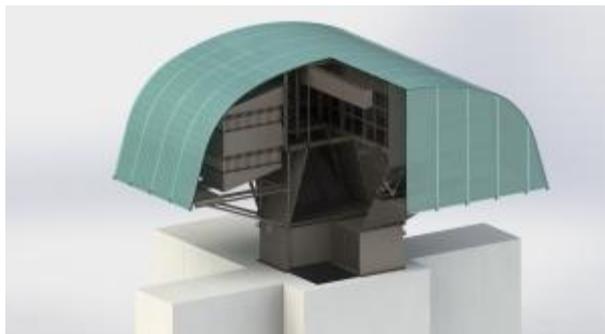


Распределительное устройство
КРУЭПЭ-6П

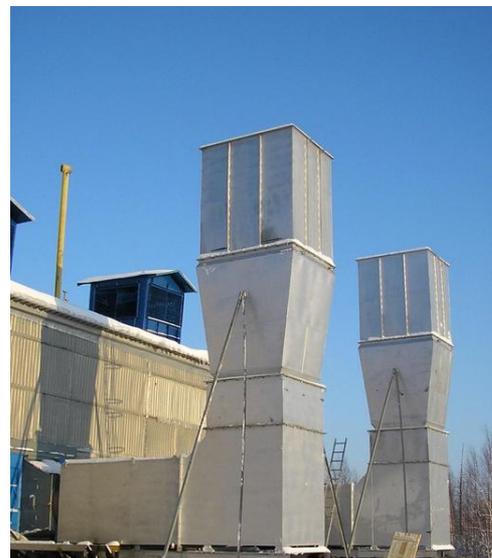


Модернизация фургона

Установка воздухозаборного
очистительного устройства



Установка систем выхлопа



- УЭМЗ, г.Ухта
- ООО ТД «Уральский базальт», г.Екатеринбург
- 35-ый механический завод, г.Калуга
- ЗАО «Искра-Авигаз», г.Пермь

Модернизация высоковольтного
оборудования

Замена генератора и возбуждителя



ЗАО «Завод крупных
электрических машин», г.
Новая Каховка, Украина

Замена распределительного устройства



МПП «Энерготехника», г.Саратов

Модернизация систем управления
высоковольтным оборудованием

Замена системы управления
возбуждением

Замена системы точной синхронизации



МПП «Энерготехника», г.Саратов

Модернизация вспомогательного
оборудования

Установка силового источника питания
электростартеров СИП-24/48-2000Т

Замена маслблока

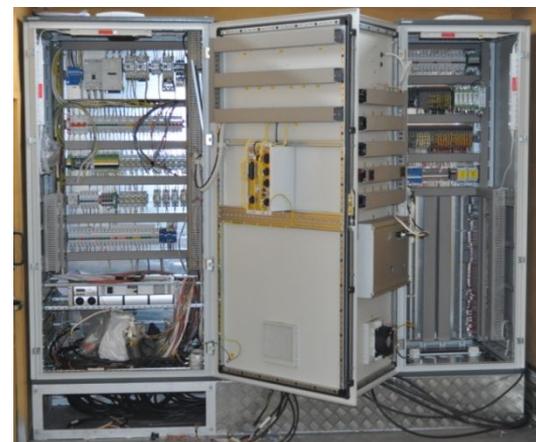


МПП «Энерготехника», г.Саратов

Модернизация системы автоматизированного управления

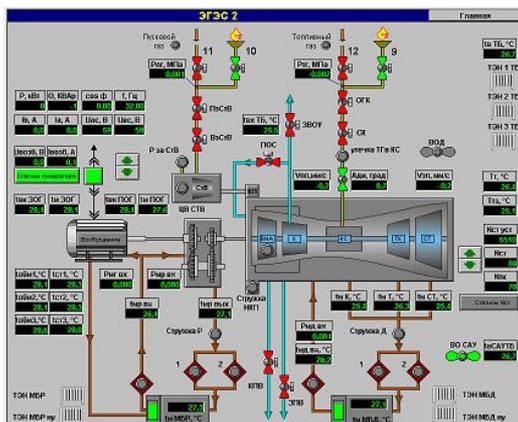


ОАО «Энерготехпромавтоматика», г.
Запорожье, Украина (в составе новых
ПАЭС-2500 производства АО «Мотор-
СИЧ»)



ООО «Газтурбоэнергия», г.Казань
(в составе новых ЭГ-2500)

Модернизация системы автоматизированного управления



ООО «Система-Сервис», г.
Санкт-Петербург, (в составе
КМЧ «Корвет» производства
МПП «Энерготехника»)



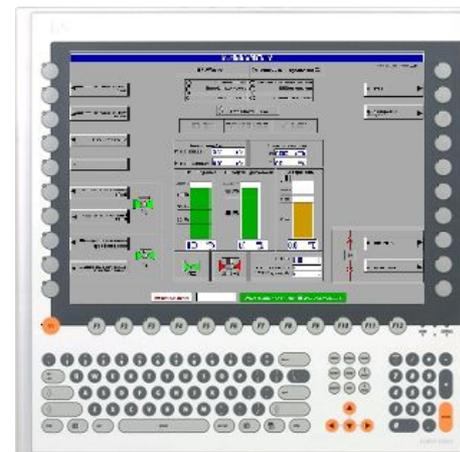
ООО Фирма «КГПА», г.Калининград



Оригинальный пульт



Панель
управления в
фургоне



АРМ машиниста
ПАЭС-2500 и
пульт резервного
управления в
операторной



Блок датчиков ПАЭС-2500

Оригинальный



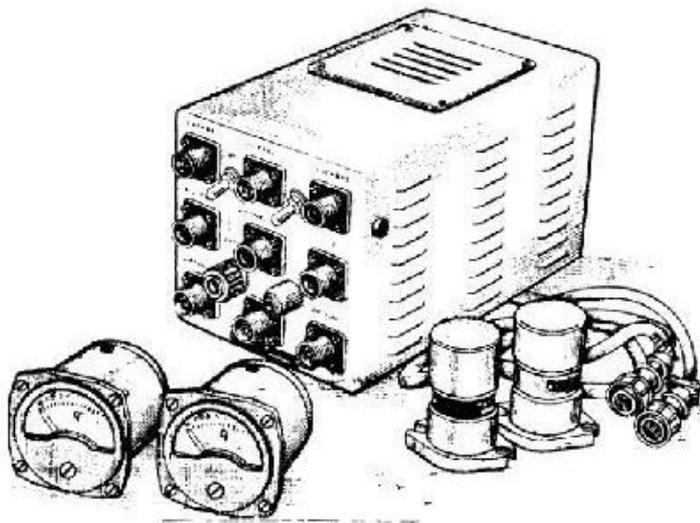
После установки новых датчиков



Датчик давления МИДА-ДИ
г. Ульяновск



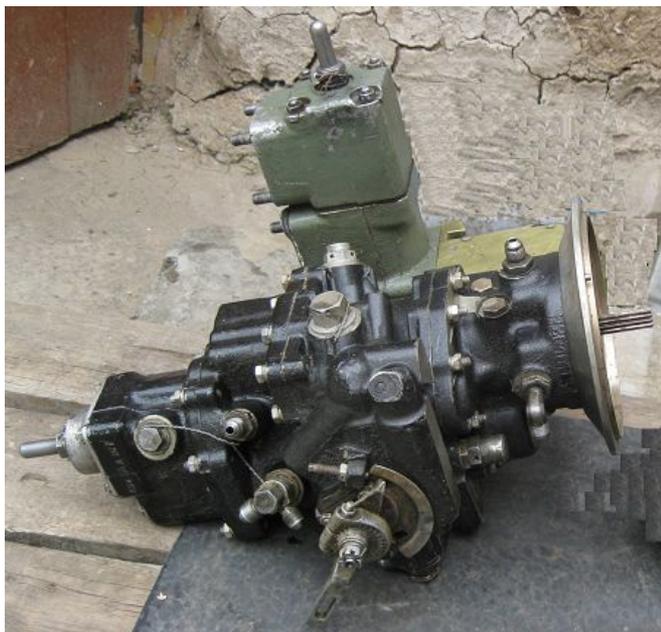
Система контроля вибрации ИВ-41М



Система контроля вибрации ИВ-Д-ПФ-С-9М
ЗАО «Виброприбор», г. Санкт-Петербург



Гидромеханический регулятор
РПГ-20Г



Дозатор газа 816.ДВБ, стопорный клапан
816.СКВБ с блоком управления СУДТ-7



Производство ПАО
«Волчанский агрегатный
завод», Украина

Пожарный кран МЗК-2 и фильтры
топливного газа



Отсечной клапан 816.СКВБ-01 (г.Волчанск) с
функцией дренирования участка трубопровода
после себя, фильтр ФГ-16 (г.Саратов)



Демонтированы агрегат запуска командного агрегата КТА-5Д и клапан частичной срезки газа



Исключение выброса газа в атмосферу для ограничения температуры продуктов сгорания при запуске

На участке пускового топлива установлен жиклер снижающий давление пускового газа для надежного розжига камеры сгорания



Агрегат автоматики запуска АПД-75



Агрегат регулирования температуры масла
АРТМ-64



Агрегат ограничения температуры
продуктов сгорания УРТ-19А



Включены в состав
САУ ПАЭС-2500 в виде
программных блоков

Обеспечение поддержания готовности электростанции в холодное время года

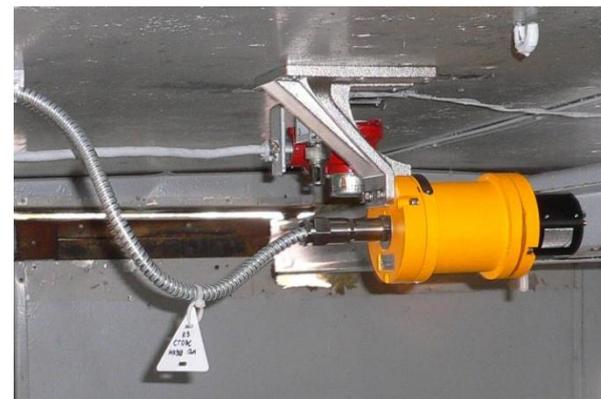
Подключение к САУ ТЭН масла подшипников генератора



Установка обогревателей отсеков обогревателей



Контроль загазованности турбоблока



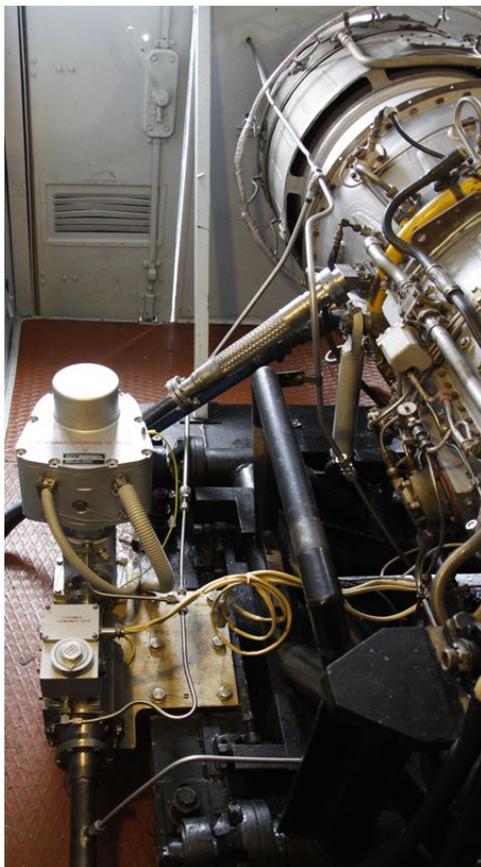
Силовые кабели питания электростартеров и сигнальные кабели уложены в разные лотки



Вспомогательное электрооборудование закрыто защитными панелями



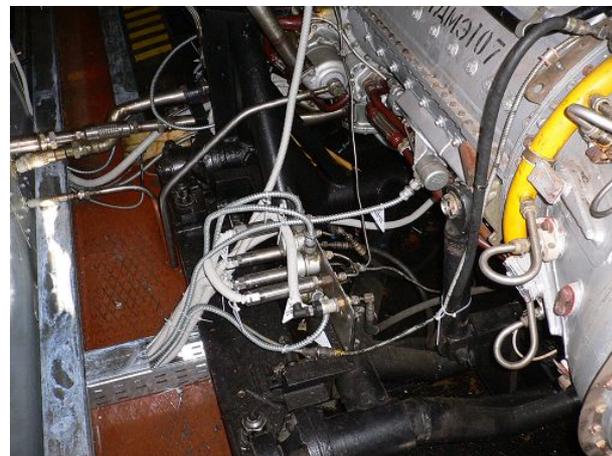
Двигатель, правая сторона



Маслорадиатор



Двигатель, левая сторона



Контроллерное оборудование Siemens S7-300

Контроллер ПАЭС



- измерение параметров
- управление исполнительными механизмами ПАЭС
- противоаварийные защиты
- интеграция со смежными системами

Топливный регулятор

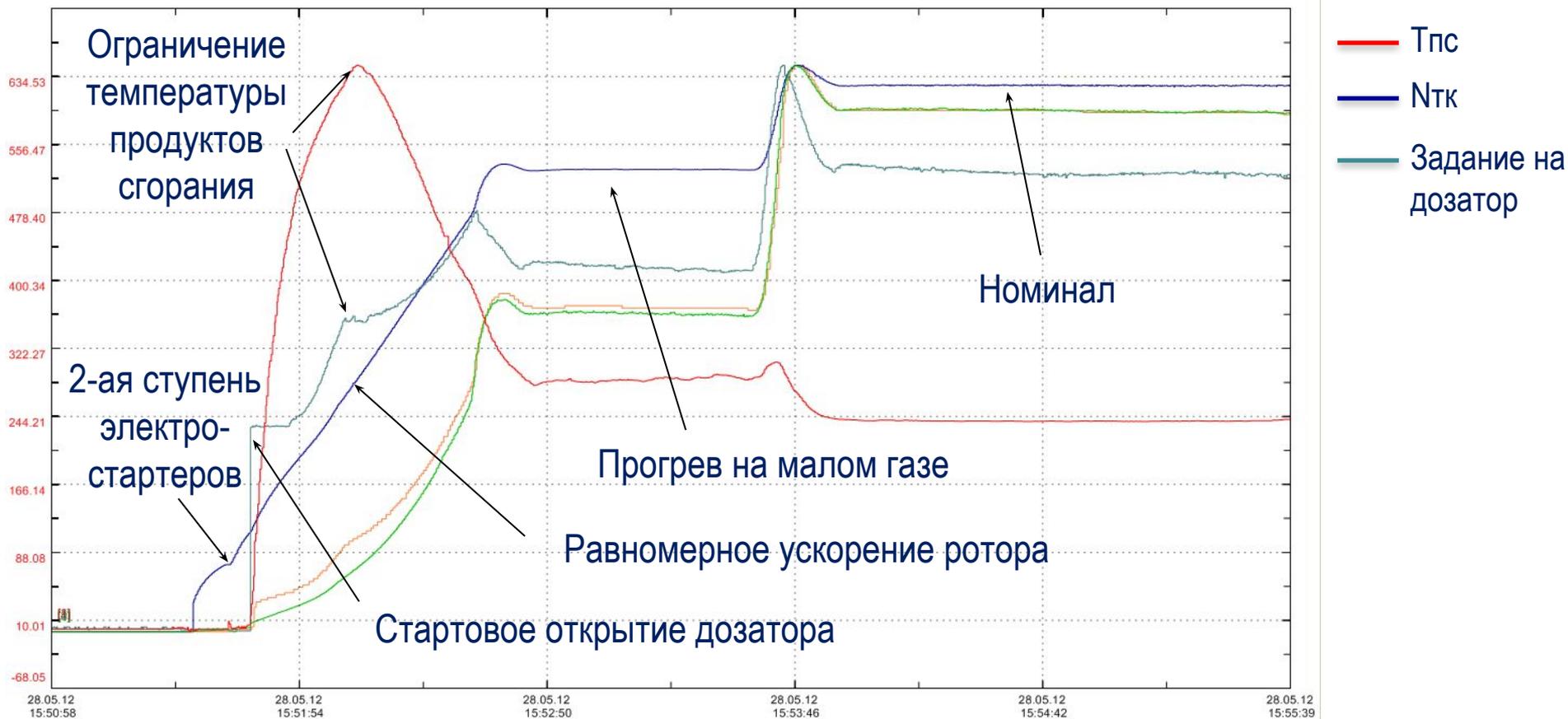


- измерение параметров
- управление дозатором газа на всех режимах работы



Релейный блок останова при отказе основных управляющих систем

Полностью автоматический запуск с заданным ускорением ротора и ограничением температуры продуктов сгорания. Выход на режим малого газа – 60 секунд, номинал – 120 секунд.



Повышенная надежность системы управления за счет дублированных датчиков

- установка дополнительного датчика частоты вращения
- подключение коллектора термодатчиков ТСЗ и четырех датчиков Т-6, работа по медиане из достоверных показаний
- допусковой, темповый и перекрестный контроль измерений
- исключение недостоверных измерений из алгоритмов

Работа в автономном режиме – поддержание частоты электрического тока

- поддержание частоты на неизменном режиме ± 0.1 Гц
- набор номинальной мощности 2500 кВт – 20 секунд
- внезапный наброс нагрузки – до 800 кВт
- внезапное отключение нагрузки – до 2500 кВт

Работа в параллельном режиме с энергосистемой или другими электростанциями

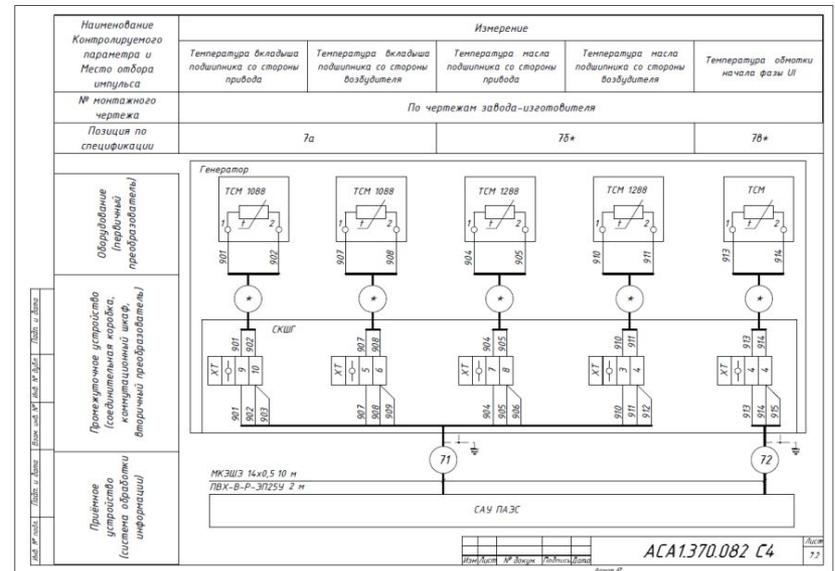
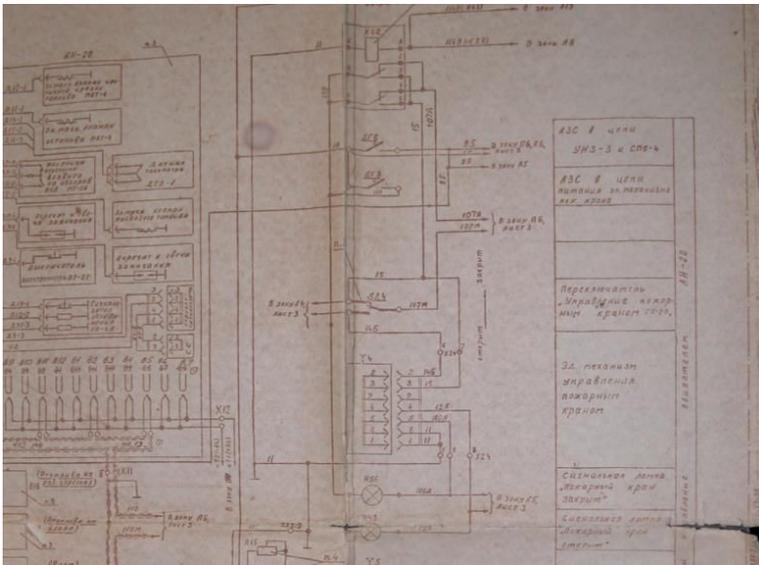
- синхронизация в автоматическом режиме через СТС-3
- контроль минимальной мощности
- регулирование реактивной мощности
- распределение нагрузки на агрегаты с заданным статизмом
- работа под управлением АСУ ТП ЭСН
- работа параллельно с немодернизированными ПАЭС
- работа без АСУ ТП ЭСН по методу ведущего агрегата с распределением нагрузки между ПАЭС под управлением САУ ПАЭС-2500

Интеграция существующего оборудования

- САУ маслоблока МБ-300 – по физическим линиям
- система управления возбуждением ШУВГм – по физическим линиям связи
- распределительное устройство КРУ с блоками цифровой релейной защиты Seram и БМРЗ – по физическим и цифровым линиям связи, включая:
 - чтение журнала событий
 - осциллограмм
 - ввод уставок



Соответствующая современным требованиям проектная и эксплуатационная документация



АРМ машиниста ПАЭС

- одна или несколько ПАЭС
- запоминание первопричины останова и срез значений
- архив сообщений и параметров
- генерация ведомостей и отчетов
- диагностика состояния САУ

ПАЭС-2500 №1 **№2** Работа

Тревоги | Журнал | Регистрация | kgra администратор

Диагностика | Связь: САУ БР

ПАЭС №2

Uab 6.23 кВ
Ubc 6.24 кВ
I -0.65 А
f 50.02 Гц
cos φ 0.00

Т 25.6 °С
в отсеке упр.
U 28.7 В
=27В оперативное

Т 254.7 °С
P 10.48 кгс см 2
газа на входе
P 5.00 кгс см 2
газа горелки

17.6% TRK
17.5%

Р воздуха 4.595
Облед ВНА
ВКЛ Л
ВКЛ П

Т 12.3 °С
на всасе 54.0 кВт
P 1.59 кгс см 2
масла ИКМ
P 5.01 кгс см 2
масла двигателя
Т 60.5 °С
масла двигателя

Вибрация ген. 35.4
Подшипники, max 46.4
Генератор, max 43.7

Режим ПАЭС: Работа

Защиты подключены

Смена режима работы ПАЭС: Пуск, Прервать, В ремонт, Деблоковка

Режим регулятора: Работа

Малый газ: Номинальн.

Режим по частоте: Ведущий, Ведомый

Ручное управление TRK: Включить, Отключить

Турбина | Генератор

Тренд за 5 мин: °С

Текущее перо: БР. Т газоз за турбиной №1

Y1, Y2, Y1-Y2

12:53

01 июн 2012 10:14:20
01 июн 2012 10:14:20

ТС: Топливный кран открыт
ТС: Выбор режим запуска "УУ"

АРМ машиниста ПАЭС

- контроль состояния каналов измерения
- панель регулирования температуры масла
- управление противообледенительной системой
- управление обогревом отсеков и масла

ПАЭС-2500 №1 №2

Работа

Основной экран
Второй экран
Пусковой экран
Защиты
Проверка реле
Настройки
Отчеты
Измерения

Т газов	N двиг.
282.0	12314
P на входе	P ИКМ
9.99	0.00
P масла	T масла
5.10	69.3

ВВ f 0.00
 ВОЗВ Uab lb 0.00
 P Q 0.0 0.0

ПАЭС №2

АО

Деблокировка

14:32

24.05.2013 14:32:42

Обороты компрессора, x 100 об/мин

ДТЭ	12307	0 20 40 60 80 100 120 140 160	-7
ДЧВ	12314	0 20 40 60 80 100 120 140 160	N
Рез.		0 20 40 60 80 100 120 140 160	

Температура продуктов сгорания, °C

ΔT = 22.4

T1	270.8	0 100 200 300 400 500 600 700 800
T2	276.4	0 100 200 300 400 500 600 700 800
T3	282.0	0 100 200 300 400 500 600 700 800
T4	287.6	0 100 200 300 400 500 600 700 800
T5	293.2	0 100 200 300 400 500 600 700 800
Tср	282.0	0 100 200 300 400 500 600 700 800

ПОС Облед ВНА

Безопасно Опасность обледенения Безопасно

Т на всасе -13.2 °C

Клапан обогрева ВНА

Обогрев T 21.2 °C в операторной

Обогрев операторной вкл откл

Обогрев общий вкл откл

Охлаждение масла

Т 69.3 °C

Регулирование T масла

АВТ руч

Открывать при T выше 70.0 °C

Закрывать при T ниже 60.0 °C

Заслонки маслорадиатора

Открытие 37.0 %

Вибрация

Двигатель, мм/с	11.2	0 5 10 15 20 25 30 35 40
Редуктор, мм/с	7.6	0 2.5 5 7.5 10 12.5 15 17.5 20
Генератор, мкм	37.2	0 10 20 30 40 50 60 70 80

ПАЭС №2

Включить ТЭН
Отключить ТЭН

Температура подшипников генератора, °C

Передний	43.0	0 15 30 45 60 75 90 105 120
Передний масло	42.5	0 15 30 45 60 75 90 105 120
Задний	51.2	0 15 30 45 60 75 90 105 120
Задний масло	53.4	0 15 30 45 60 75 90 105 120

Температура генератора, °C

Фаза А, обмотка	22.1	0 10 20 30 40 50 60 70 80
Фаза А, статор	21.7	0 10 20 30 40 50 60 70 80
Фаза В, обмотка	22.2	0 10 20 30 40 50 60 70 80
Фаза В, статор	22.0	0 10 20 30 40 50 60 70 80
Фаза С, обмотка	21.8	0 10 20 30 40 50 60 70 80
Фаза С, статор	22.0	0 10 20 30 40 50 60 70 80

24 май 2013 14:30:57 TC: Регулирование T масла автомат

24 май 2013 14:19:54 TC: БР. Есть горение

КГС/см²
Все

Тревоги Журнал Регистрация kgra администратор

Диагностика Связь: САУ БР

АРМ машиниста ПАЭС

- автоматизированная проверка защит с формированием протокола

ПАЭС-2500
№1 №2

Тревоги

Журнал

Регистрация

kgpa администратор

Работа

Связь: САУ БР

Основной экран

Второй экран

Пусковой экран

Защиты

Проверка реле

Настройки

Отчеты

Измерения

Аварийная защита	Условие	Срабатывание
АО по Т за турбиной при пуске °С	254.0	750.00
АО по Т за турбиной °С	254.0	530.0
АО по отказу датчика Т за турбиной	0	1
АО по Р топл газа (СДУ)	0	1
АО по Р топл газа кг/см2	4.50	10.47
АО по Р масла двигателя (СДУ)	0	1
АО по Р масла двигателя кг/см2	3.80	5.00
АО по превышению оборотов (СДУ)	0	1
АО по превышению оборотов об/мин	12337	13250
АО по предельной мощности (СДУ)	0	1
АО по предельной мощности кг/см2	1.58	90.00
АО по зависанию оборотов (ВЭ-2Т)	0	70
АО по Т масла ПП генератора °С	46.5	80.0
АО по Т масла ЗП генератора °С	40.0	80.0
АО по U оперативное В	18.0	28.7
АО по L масла в маслобаке	0	1
АО по вибрации ПО турбины мм/с	откл.	3.1
АО по вибрации ЗО турбины мм/с	откл.	8.5
АО по вибрации ЗО генератор мм/с	откл.	31.2
АО от БР	0	1
АО от АРМ	0	1
АО от кнопки на щите	0	1

Признак работы

ПАЭС.Работа

БР.Работа

Включить Отключить

Признак запуска

ПАЭС.Запуск

БР.Запуск

Включить Отключить

БР.Проверка защит

Режим ПАЭС

Работа

Режим проверки защит

Включить Отключить

Для включения проверки защит ПАЭС должна быть в резерве

СК Форсировка

СК Удержание

ОК Форсировка

ОК Удержание

ВВ отключить

Т газов N двиг.

254.0 12337

Р на входе Р ИКМ

10.47 1.58

Р масла Т масла

4.99 60.4

ВВ f

ВОЗБ 50.03

Uаб

6.23 -0.65

Р Q

0.0 0.0

ПАЭС №2

АО

Деблокировка

12:55

01 июн 2012 10:14:20

ТС: Топливный кран открыт

kgf/cm²

Спасибо за внимание!

**Общество с ограниченной ответственностью
Фирма «Калининградгазприборавтоматика»**

**ул. Генерала Галицкого, д. 20,
г. Калининград, 236006**

телефон: (4012) 53-34-96

факс: (4012) 53-34-96

e-mail: office@kgpa.ru