***Дата*:** 21.12.2018
***Предприятие*:**
Филиал:
Станция:
***Агрегат*:** ГТЭ-160 ст.№2
Заводской №:

Заключение №02.1-Р

О влиянии ремонтных / наладочных работ на техническое состояние агрегата

Дата вывода в ремонт	Дата вывода из ремонта / наладки	Срок ремонта, дней	Причина вывода в ремонт
15.09.2018	24.10.2018	39	Плановое проведение большой инспекции ГТ после наработки 33000 ЭЧ.

Изменение показателей наработки после вывода из ремонта и пуска в эксплуатацию

Параметр	До	После	Разница
Количество пусков	137	149	+ 12
Суммарные эквивалентные часы, час	35 939	36129	+ 190
Динамическое время наработки, час	2841,8	2846,9	+ 5,1
Работа с частотой <47.5 или >51.5 Гц, с	2584,9	2585,7	+ 0,8

1. Пуск после ремонта

Событие	Дата	Время	Значение	Ед. измерения
Выход на ВПУ	27.10.2018	07:44:42	88,2	об/мин
Холостой ход	27.10.2018	09:02:27	3006,1	об/мин
Режим низкой нагрузки (>20 МВт)	27.10.2018	15:27:00	25,0	МВт
Режим средней нагрузки (>60 МВт)	27.10.2018	16:49:45	60,0	МВт
Режим номинальной нагрузки (>140 МВт)	27.10.2018	19:06:20	140,0	МВт

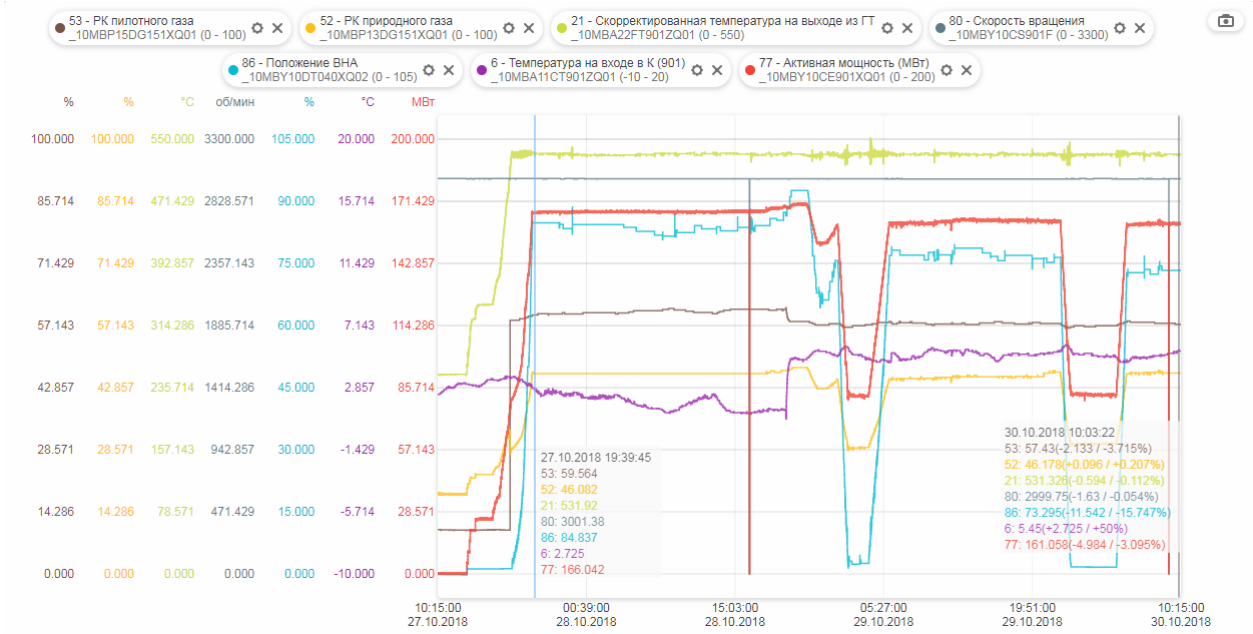

Рис.1 Показатели ГТУ после выхода из ремонта (в течении 72 часов).

2. Оценка параметров топливно-воздушного тракта, параметров горения, работы КС

Параметр / Режим	Среднее значение до / после ремонта / отклонение е.и.								
	Холостой ход			Средний 80 МВт			Номинал 165 МВт		
10MBL10CP003 Влагоотделитель, Па	34,6	34,0	**-0,6**	34,3	35,8	**1,5**	34,2	37,2	**3**
10MBL10CP004 Фильтр грубой очистки, Па	167,3	112,3	**-55**	163,8	107,7	**-56,1**	301,9	168,4	**-133,5**
10MBL10CP005 Фильтр тонкой очистки, Па	126,2	99,4	**-26,8**	122,7	100,6	**-22,1**	190,5	158,4	**-32,1**
10MBL10CP010 Блок фильтров DP 0-2000, Па	329,4	231,1	**-98,3**	318,0	232,0	**-86**	592,8	407,5	**-185,3**
10MBA12FP100ZQ03 Давление на выходе из К (FP100), бар	6,1	5,9	**0,2**	7,83	7,84	**0,01**	12,1	11,8	**0,3**
Степень сжатия компрессора	6,1	5,8	-0,2	7,8	7,7	0,01	12,1	11,8	-0,3
10MBM11CP102XQ01 Пульсация в левой КС, мбар	3,9	4,1	0	4,3	4,3	0	7,3	6,9	0
10MBM21CP102XQ01 Пульсация в правой КС, мбар	3,6	3,9	-0,3	3,9	3,9	-0,1	6,9	6,5	-0,3
10MBM11CP103XQ01 Перепад давлений на левой КС, мбар	154,7	156,5	0,2	142,2	148,4	0	215,1	224,2	-0,4
10MBM21CP103XQ01 Перепад давлений на правой КС, мбар	151,0	153,9	0,3	138,3	142,6	0	211,6	215,6	-0,4
10MBA22CT102BXQ02 Температура на выходе из ГТ (102В), °С	253,6	248,6	1,8	477,2	520,0	6,2	567,1	573,6	9,1
10MBA22CT103BXQ02 Температура на выходе из ГТ (103В), °С	248,6	251,6	2,9	539,0	532,3	4,3	558,8	560,5	4
10MBA22CT104BXQ02 Температура на выходе из ГТ (104В), °С	245,5	247,2	-5	584,0	581,4	42,8	556,6	536,3	6,5
10MBA22CT106BXQ02 Температура на выходе из ГТ (106В), °С	247,5	257,0	3	445,9	433,8	-6,7	535,1	495,7	1,7
10MBA22CT107BXQ02 Температура на выходе из ГТ (107В), °С	262,7	258,6	1,7	529,4	508,7	-2,6	504,2	502,2	-20,3
10MBA22CT108BXQ02 Температура на выходе из ГТ (108В), °С	267,5	252,6	**9,5**	506,3	262,9	**-12,1**	555,1	262,9	**-39,4**

Отклонения параметров:

Соответствуют проведенным работам.
Изменения по перепадам давления на секциях КВОУ связаны с заменой ФЭ в ходе большой инспекции.
Изменения по давлению на выходе из компрессора и степени сжатия компрессора соответственно могут быть связаны с калибровкой КИП.
Отклонения по температуре на выходе из ГТ (108В) связаны с неисправностью термопары/ослаблением контакта при пуске в работу.

Связанные мероприятия:

- замена топливных горелок;
- замена термостойких плиток в КС;
- установка новых рабочих лопаток ст.1,2,3 ГТ;
- очистка направляющих лопаток ВНА и лопаток компрессора;
- инспекция элементов КВОУ;
- калибровка каналов измерений КИП.

3. Оценка параметров системы смазки и ГЧ АСР

Параметр / Режим	Среднее значение до / после ремонта / отклонение е.и.								
	Холостой ход			Средний 80 МВт			Номинал 165 МВт		
10MBV10CL101OUT Уровень масла в маслобаке, мм	423,3	386,3	**-37**	422,9	388,3	**-34,6**	422,4	386,6	**-35,8**
10MBV26CP101XQ01 Давление масла перед подшипниками, бар	2,4	2,3	-0,1	2,4	2,4	0	2,4	2,4	0
10MBV26CT101AXQ01 Температура масла перед подшипниками, °С	47,6	44,9	-2,7	46,1	44,6	-1,5	47,1	46,1	-1
10MBX03CP101XQ01 Давление масла в АСР, бар	161,3	161,1	-0,2	162,0	161,1	-0,9	161,7	161,5	-0,2
10MBX06CT101XQ01 Температура масла в маслобаке АСР, °С	52,8	52,3	-0,5	47,9	53,2	5,3	47,8	50,0	2,2

Отклонение параметра: Соответствует проведенным работам.

Связанные мероприятия: - доливка масла;
- очистка фильтрующих элементов

4. Оценка параметров вибраций и температур подшипников

Параметр / Режим	Среднее значение до / после ремонта / отклонение, е.и.								
	Холостой ход			Средний 80 МВт			Номинал 165-167 МВт		
10MBD11CY102XQ01 СКЗ, подш.№1, (В), мм/с	1,7	1,5	**-0,2**	2,6	1	**-1,6**	2,3	1,2	**-1,1**
10MBD12CY101XQ01 СКЗ, подш.№2, (В), мм/с	2,5	2,1	**-0,4**	2,3	1,8	**-0,5**	2,2	1,6	**-0,6**
10MKD11CY021XQ01 СКЗ, подш.№3, (В), мм/с	2,9	2,8	**-0,1**	2,9	2,5	**-0,4**	2,9	2,3	**-0,6**
10MKD11CY022XQ01 СКЗ, подш.№3, (О), мм/с	1,8	1,2	**-0,6**	1,7	1,2	**-0,5**	1,5	1,1	**-0,4**
10MKD11CY023XQ01 СКЗ, подш.№3, (П), мм/с	2,9	3	**0,1**	2,9	2,4	**-0,5**	3	2,6	**-0,4**
10MKD12CY021XQ01 СКЗ, подш. №4, (В), мм/с	0,7	0,8	**0,1**	0,7	0,7	**0**	0,6	0,7	**0,1**
10MKD12CY022XQ012 СКЗ, подш. №4, (О), мм/с	1,9	1,4	**-0,5**	2	1,6	**-0,4**	2,1	1,5	**-0,6**
10MKD12CY023XQ01 СКЗ, подш. №4, (П), мм/с	2,2	1,7	**-0,5**	2,3	1,5	**-0,8**	2	1,6	**-0,4**
10MBD11CY940XQ01 Вибрация вала, подш.№1, мкм	28	29,8	**1,8**	26,2	28,6	**2,6**	32,3	36,7	**4,4**
10MBD12CY940XQ01 Вибрация вала, подш.№2, мкм	19	0,6	**-18,4**	18,2	0,5	**-17,7**	20,1	0,5	**-19,6**
10MKD11CY940XQ01 Вибрация вала, подш.№3, мкм	123,4	101,3	**-22,1**	127	102,2	**-24,8**	129,6	106,1	**-23,5**
10MKD12CY940XQ01 Вибрация вала, подш. №4, мкм	69,2	71,7	**2,5**	69,2	69	**-0,2**	71,1	69,6	**-1,5**
10MBD11CT101AXQ01 Температура баббита, подш.№1 (101A), °С	79,4	79,1	**-0,3**	79,5	78,8	**-0,7**	80	81	**1**
10MBD11CT101BXQ01 Температура баббита, подш.№1 (101B), °С	78,5	78,1	**-0,4**	78,7	78	**-0,7**	78,9	79,9	**1**
10MBD11CT101CXQ01 Температура баббита, подш.№1 (101C), °С	78,5	78,3	**-0,2**	78,7	78,2	**-0,5**	79,2	80,1	**0,9**
10MBD12CT101AXQ01 Температура баббита, подш.№2 (101A), °С	78,9	84	**5,1**	81,2	87,3	**6,1**	82,5	89,9	**7,4**
10MBD12CT101BXQ01 Температура баббита, подш.№2 (101B), °С	78,5	83,4	**4,9**	80,6	86,6	**6**	81,9	89,2	**7,3**
10MBD12CT101CXQ01 Температура баббита, подш.№2 (101C), °С	78,2	83,2	**5**	80,3	86,5	**6,2**	81,5	89	**7,5**
10MKD11CT101OUT Температура баббита, подш.№3 (101), °С	63,3	62,2	**-1,1**	61,8	61,6	**-0,2**	62,9	62,7	**-0,2**
10MKD11CT102OUT Температура баббита, подш.№3 (102), °С	63,6	61,8	**-1,8**	62	61,6	**-0,4**	63,2	62,7	**-0,5**

10MKD12CT101OUT Температура баббита, подш.№4 (101), °C	63,9	61,9	**-2**	62,8	61,7	**-1,1**	63,7	63	**-0,7**
10MKD12CT102OUT Температура баббита, подш.№4 (102), °C	68,2	66	**-2,2**	67,4	65,8	**-1,6**	68	67,2	**-0,8**
10MBD12CT102AXQ01 Температура баббита уп. кол. (ст. Г), подш.№2 (102A), °C	63,9	61,9	**-2**	66,5	64,9	**-1,6**	71,5	71,1	**-0,4**
10MBD12CT102BXQ01 Температура баббита уп. кол. (ст. Г), подш.№2 (102B), °C	62,6	61,2	**-1,4**	64,9	64,2	**-0,7**	69,5	70,4	**0,9**
10MBD12CT102CXQ01 Температура баббита уп. кол. (ст. Г), подш.№2 (102C), °C	62,7	61,1	**-1,6**	65,1	63,9	**-1,2**	69,7	69,9	**0,2**
10MBD12CT104AXQ01 Температура баббита уп. кол. (ст. Т), подш.№2 (104A), °C	66,2	66,3	**0,1**	66,5	66,7	**0,2**	66,6	67	**0,4**
10MBD12CT104BXQ01 Температура баббита уп. кол. (ст. Т), подш.№2 (104B), °C	65,7	65,5	**-0,2**	65,8	65,9	**0,1**	66	66,2	**0,2**
10MBD12CT104CXQ01 Температура баббита уп. кол. (ст. Т), подш.№2 (104C), °C	65,9	65,5	**-0,4**	66	65,8	**-0,2**	66,2	66,2	**0**

Изменения параметров: Наиболее существенные отклонения отмечаются на подшипнике №2 компрессора (снижение абсолютной вибрации; увеличение температур баббита опорного подшипника; недостоверность показаний относительной вибрации). Менее значимыми являются снижение СКЗ подшипника №1 турбины, подшипников генератора №3,4, а также снижение вибрации вала в подшипнике №3 генератора.

Связанные мероприятия: Демонтаж/монтаж/регулировка положения датчиков относительной вибрации компрессора; работы по подшипнику компрессора (замена опорной части); установка новых рабочих лопаток ст.1,2,3 ГТ; балансировка ротора ГТ (сторона подшипника турбины); центровка валопровода ГТУ; корректировка геометрии выхлопного диффузора.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. *После выполненных ремонтных работ параметры, контролируемые системой ПРАНА соответствуют «3170463 РЭ Руководство по эксплуатации Газотурбинная установка ГТЭ-160», за исключением отклонений, указанных в пунктах ниже.*
2. *Изменения вибрационных параметров и температур подшипниковых опор соответствуют выполненным мероприятиям и могут оцениваться как положительные, за исключением увеличения температуры опорного подшипника компрессора и недостоверности показаний относительной вибрации подшипника компрессора. Рекомендуется восстановить канал измерения относительной вибрации компрессора.*
3. *Отмечается положительный эффект по уменьшению сопротивления в воздушном тракте вследствие замены ФЭ КВОУ и очистки лопаток компрессора.*
4. *Изменения по давлению на выходе из компрессора (и степени сжатия компрессора соответственно) могут быть связаны с калибровкой КИП, корректировкой настроек ВНА (если производилась). С учетом положительного эффекта по уменьшению сопротивления в воздушном тракте рекомендуется провести повторную калибровку датчика давления на выходе из компрессора, проверить вносились ли изменения в настройку ВНА на предельных углах открытия.*
5. *Выявленные отклонения при пуске в работу после ремонта по параметру «Температура на выходе из ГТ (108В)» 10MBA22CT108BXQ02 связана с неисправностью канала измерения термопары или плохим контактом.*
6. *Отмечается положительный эффект по увеличению уровня в маслобаке, связанный с мероприятиями по пополнению маслобака.*
7. *Для корректной оценки технико-экономических показателей ГТУ в частности и энергоблока ПГУ в целом, рекомендуется дооснастить штатную метеостанцию дополнительным средством измерения барометрического давления с заведением сигналов в архив АСУ ТП энергоблока.*

Руководитель экспертной группы	О.Г. Клименко
Руководитель группы моделирования	Ю.В. Гиринский
Главный специалист по турбинному оборудованию	П.В. Мудров
Главный специалист по турбинному оборудованию	А.А. Филин

Приложение. Графики изменившихся параметров.

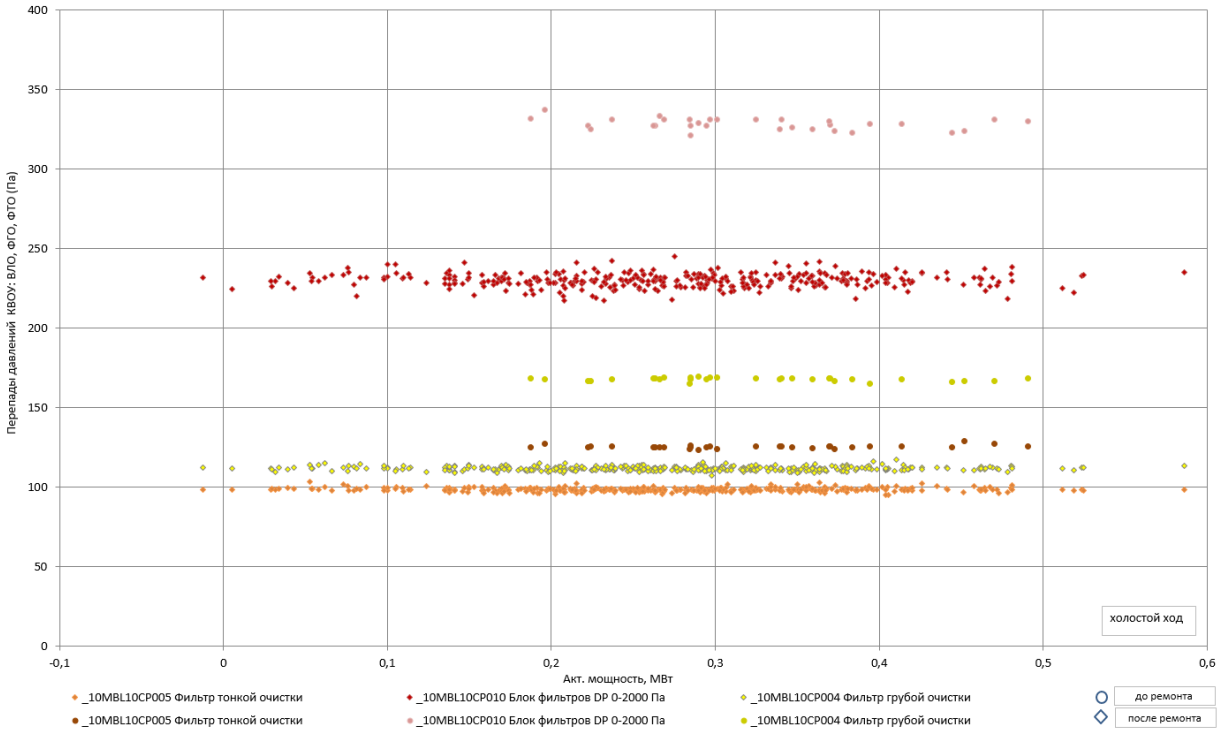

Рис.1.1. Параметры КВОУ, режим х.х. до/после ремонта

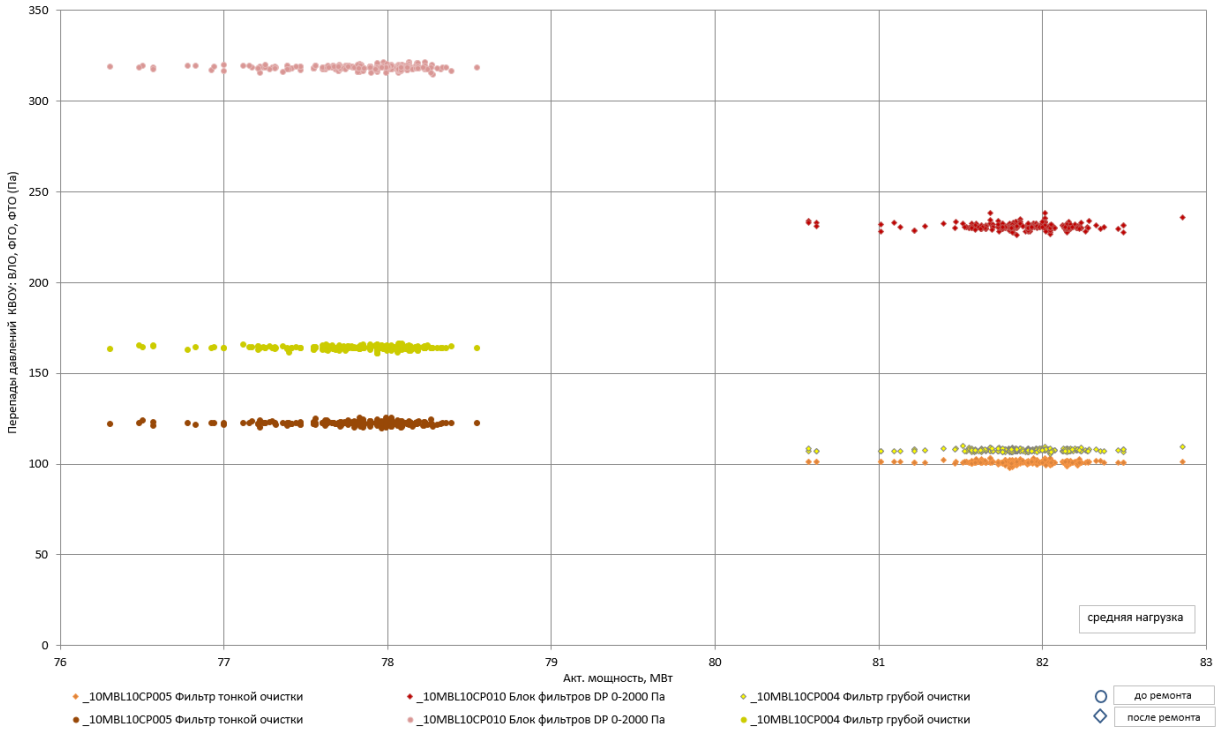

Рис.1.2. Параметры КВОУ, режим средней нагрузки до/после ремонта

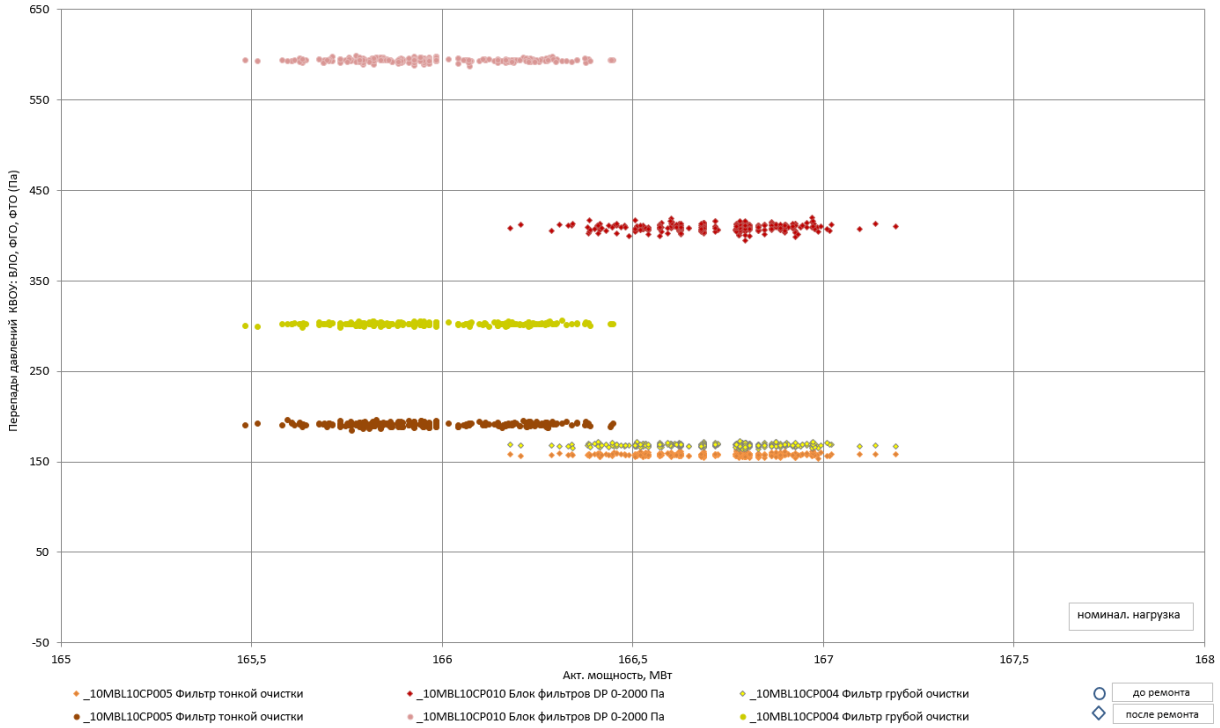

Рис.1.3. Параметры КВОУ, режим номинальной нагрузки до/после ремонта

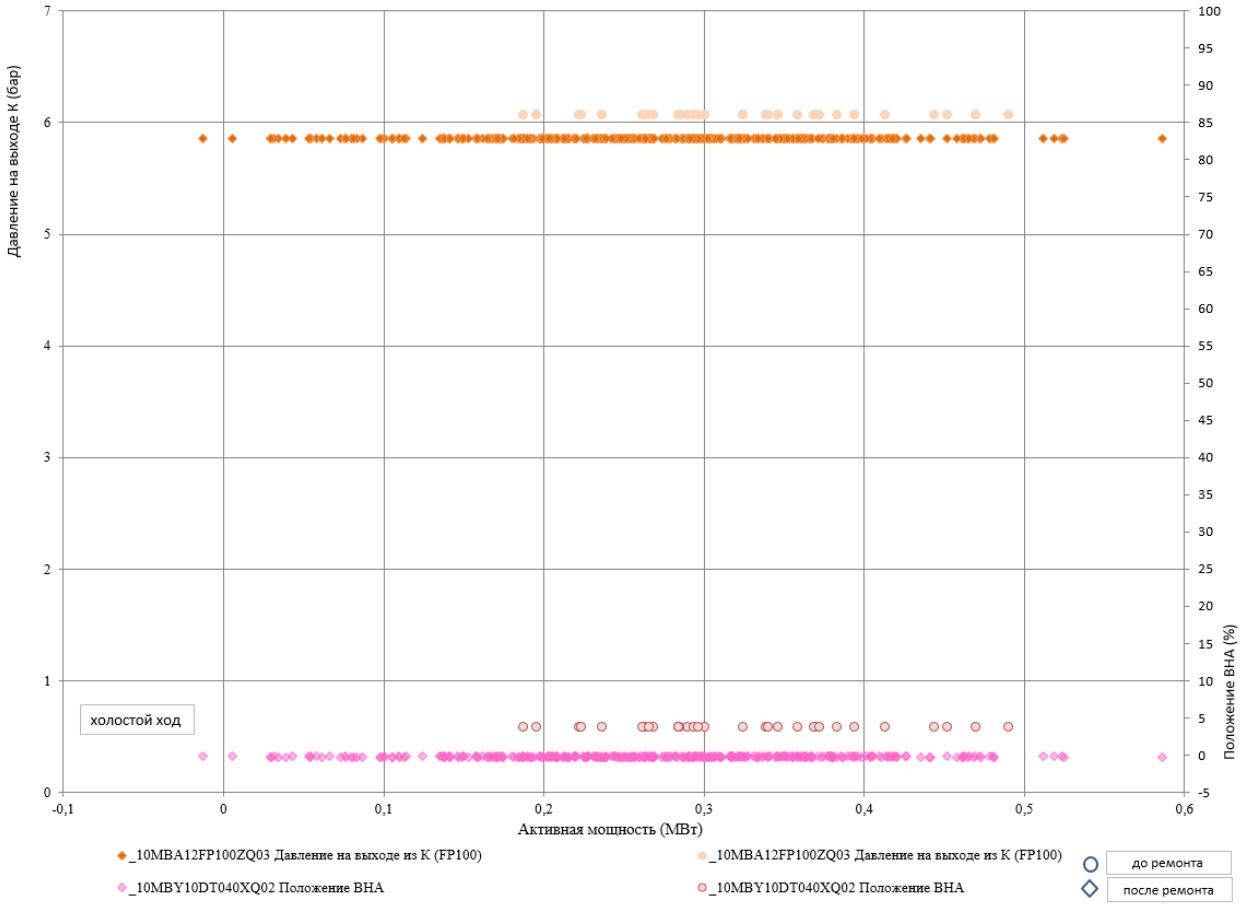

Рис.2.1. Давление на выходе из компрессора, режим х.х. до/после ремонта

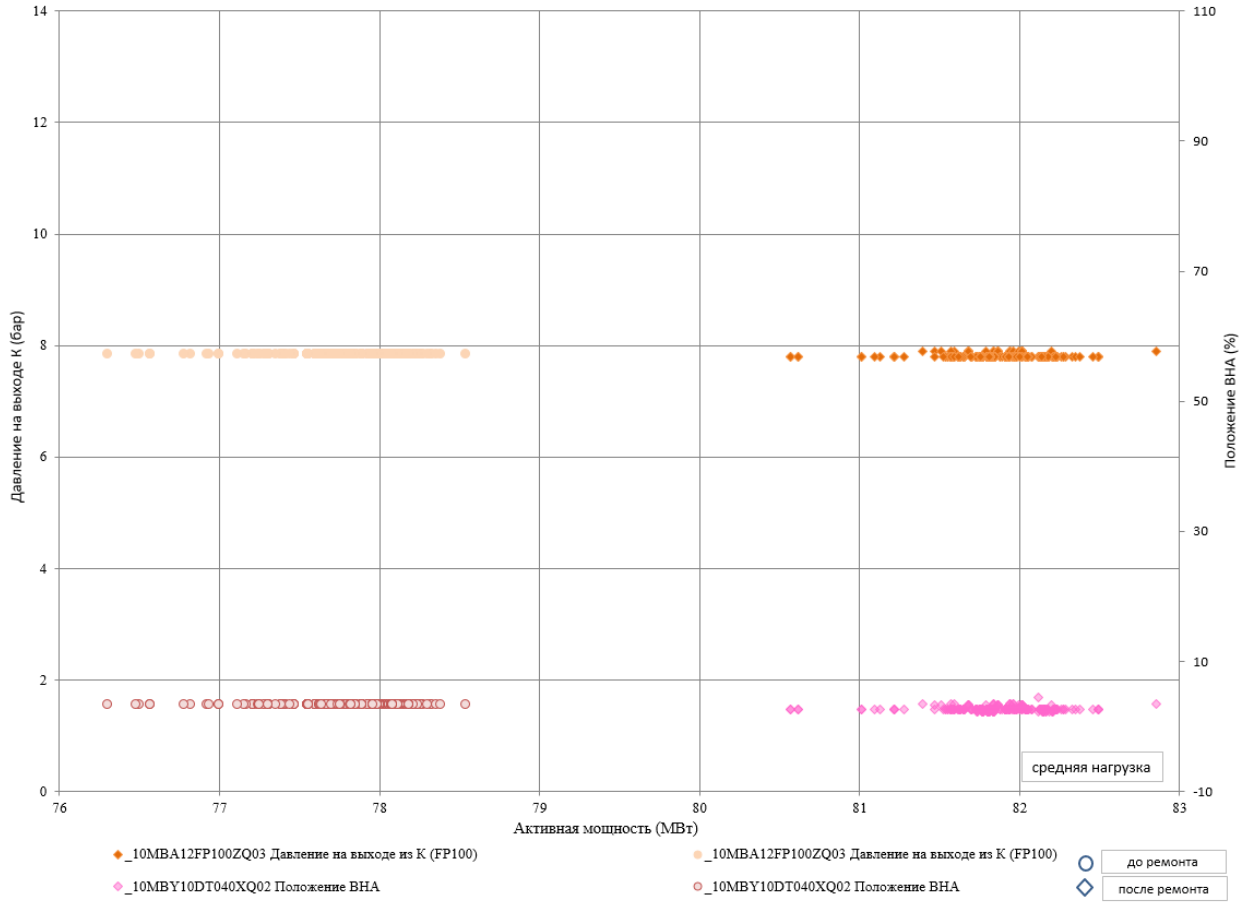

Рис.2.2. Давление на выходе из компрессора, режим средней нагрузки до/после ремонта

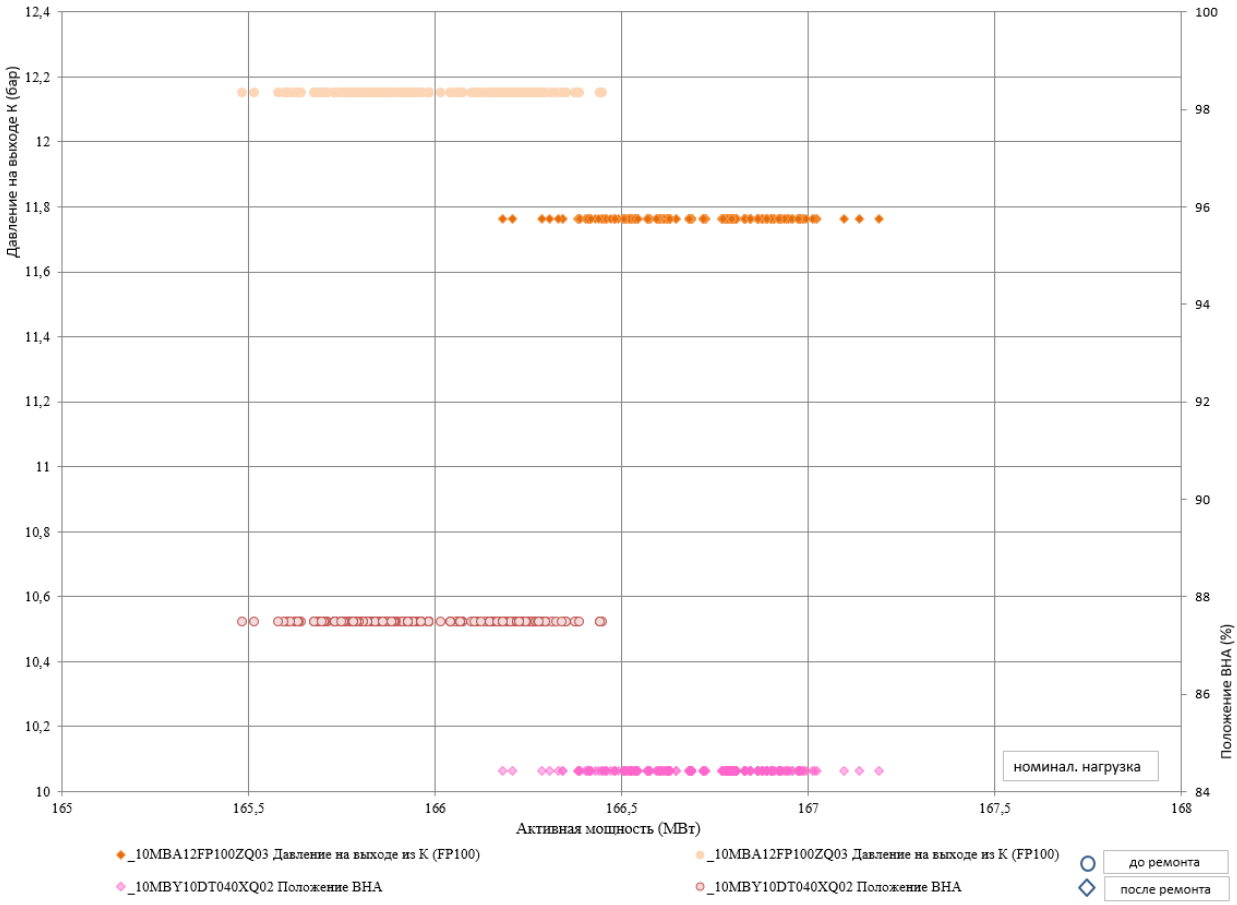

Рис.2.3. Давление на выходе из компрессора, режим номинальной нагрузки до/после ремонта

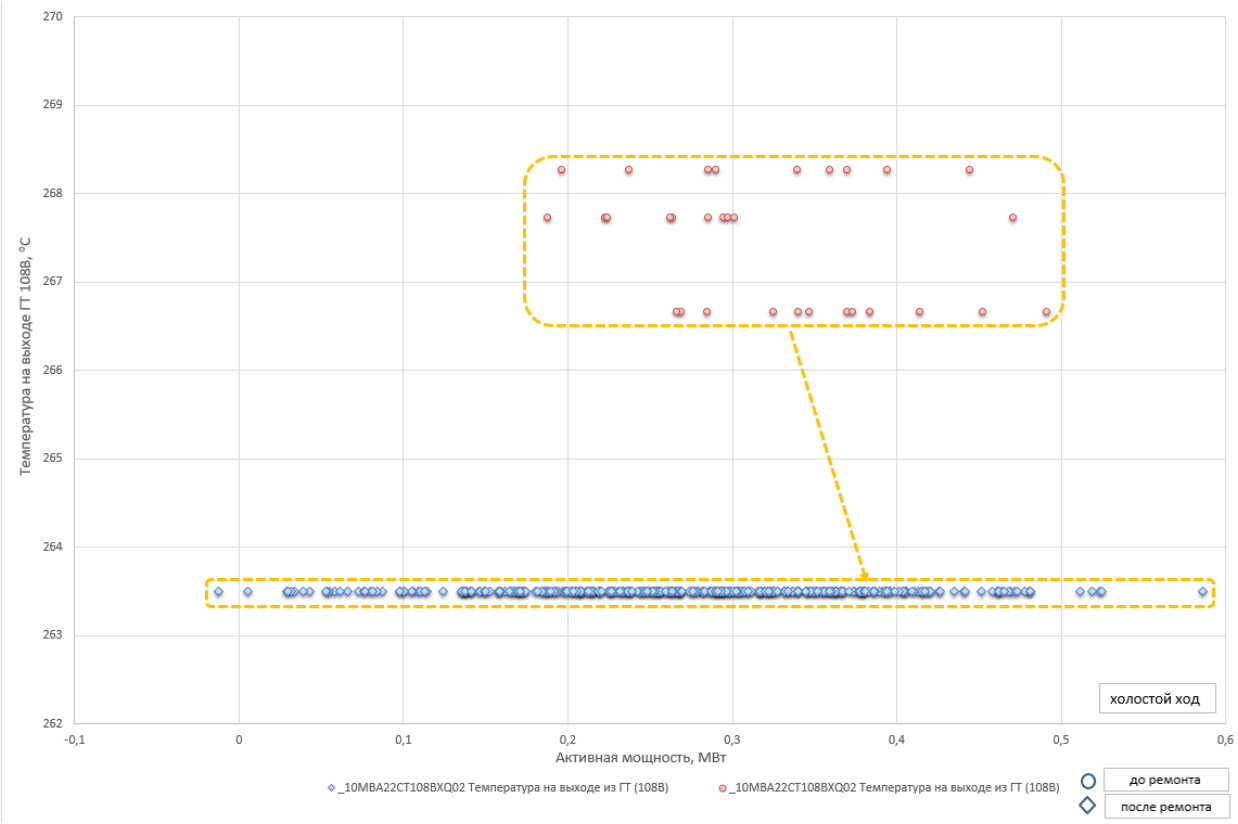

Рис.3.1. Температура за ГТ 108В, режим х.х. до/после ремонта

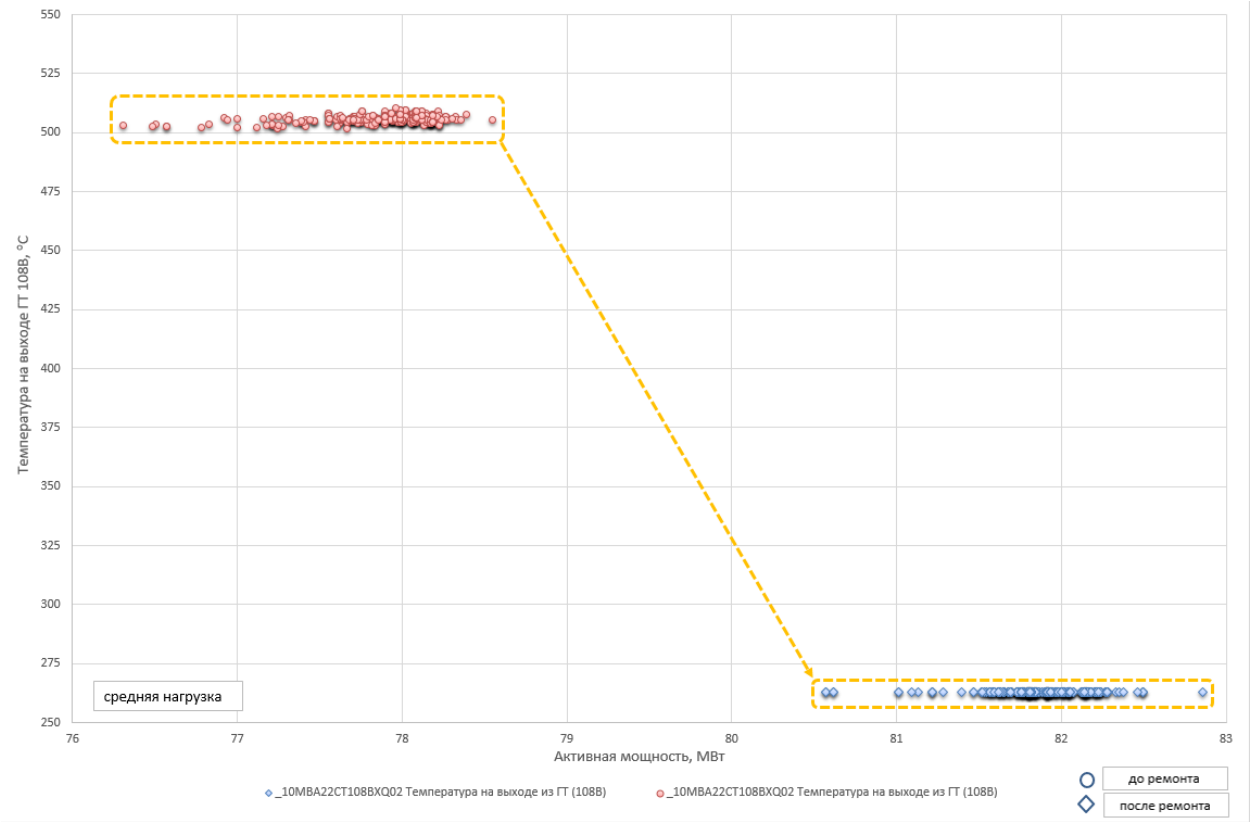

Рис.3.2. Температура за ГТ 108В, режим средней нагрузки до/после ремонта

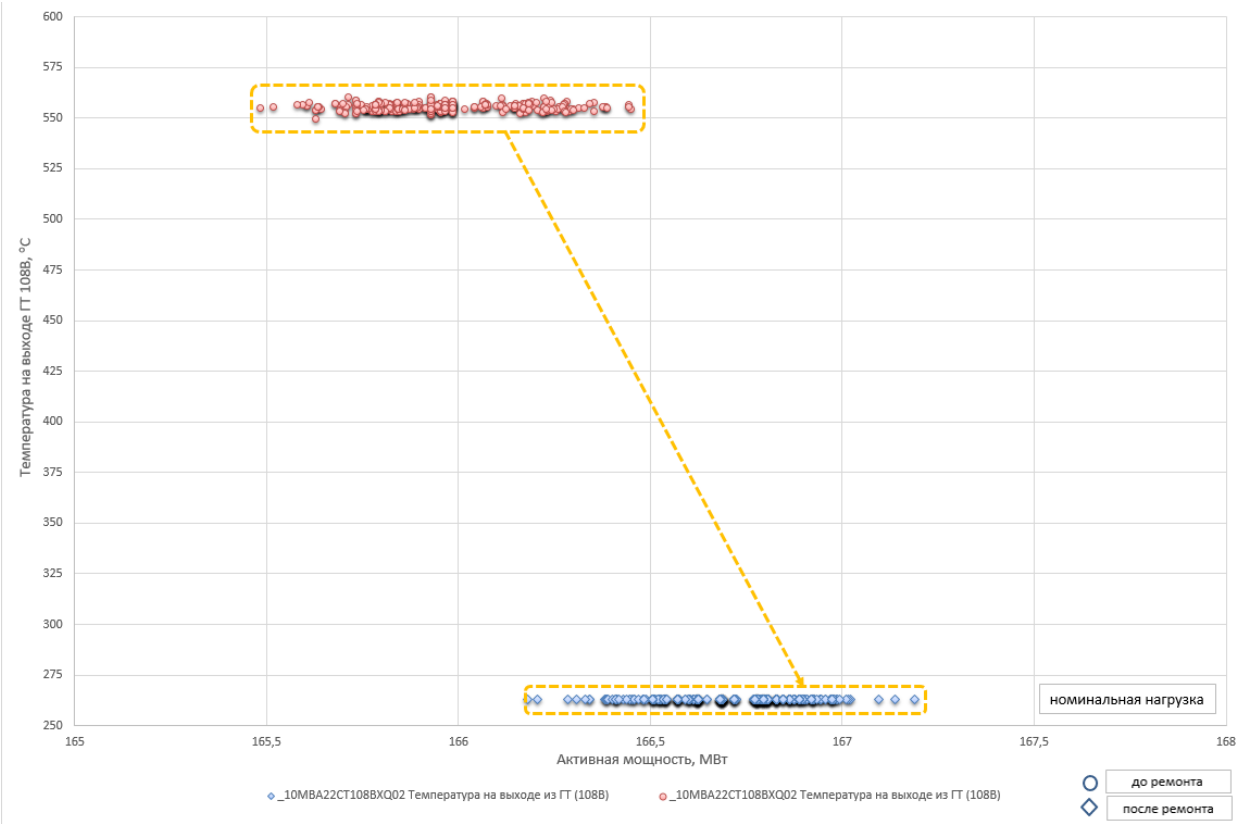

Рис.3.3. Температура за ГТ 108В, режим номинальной нагрузки до/после ремонта

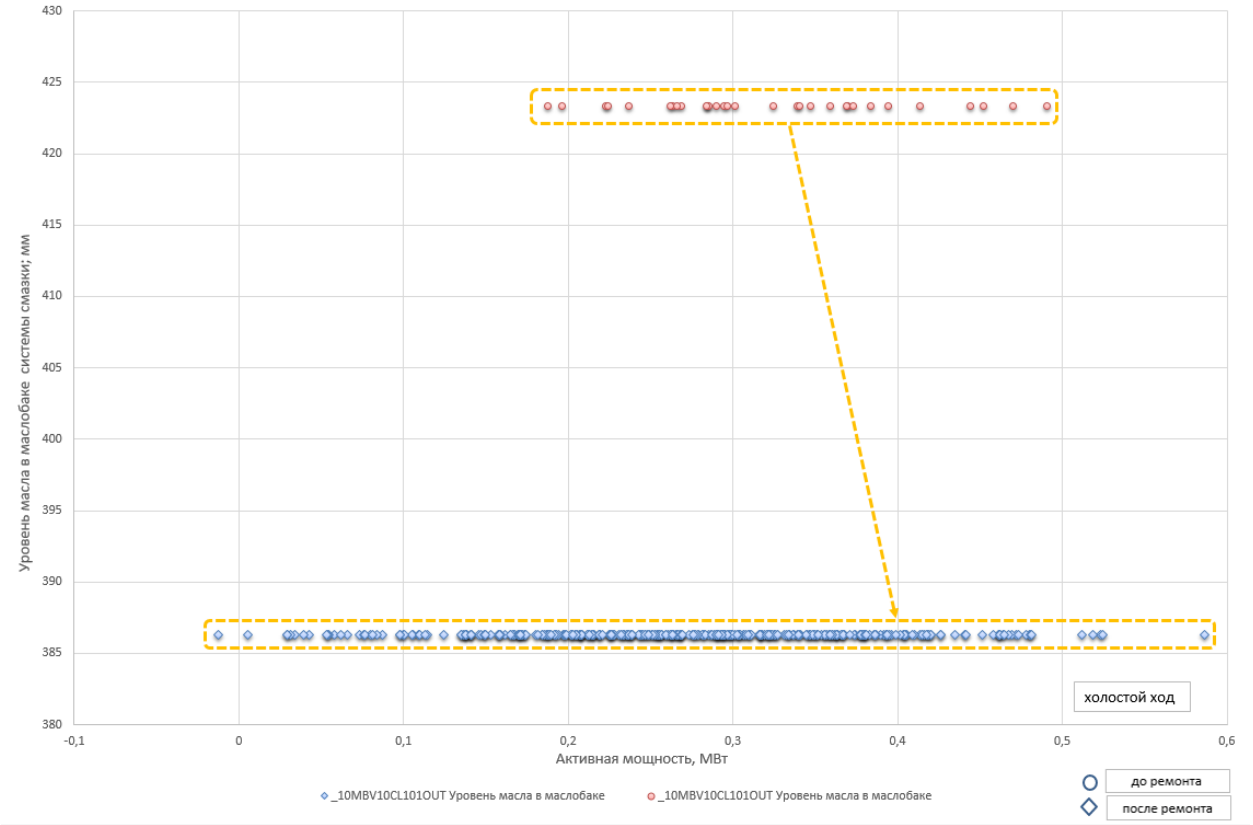

Рис.4.1. Уровень масла в маслобаке, режим х.х. до/после ремонта

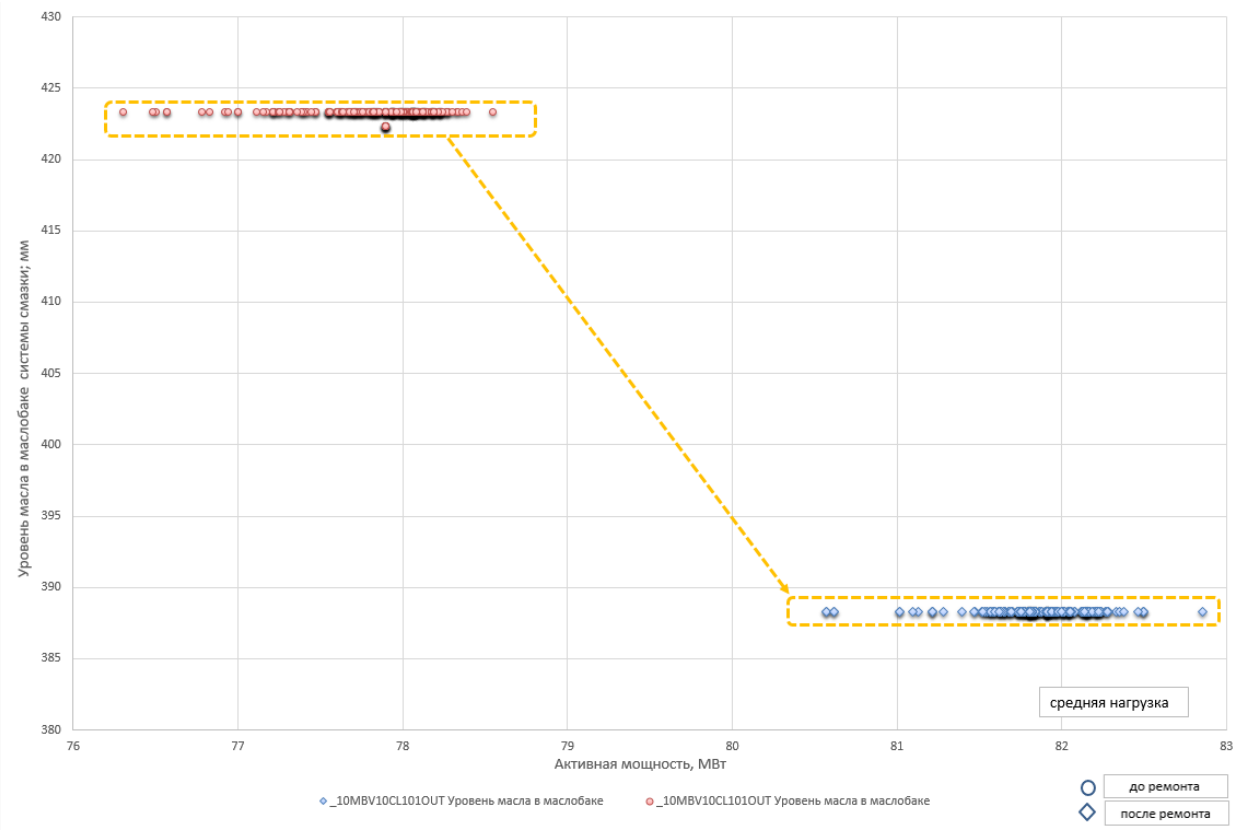

Рис.4.2. Уровень масла в маслобаке, режим средней нагрузки до/после ремонта

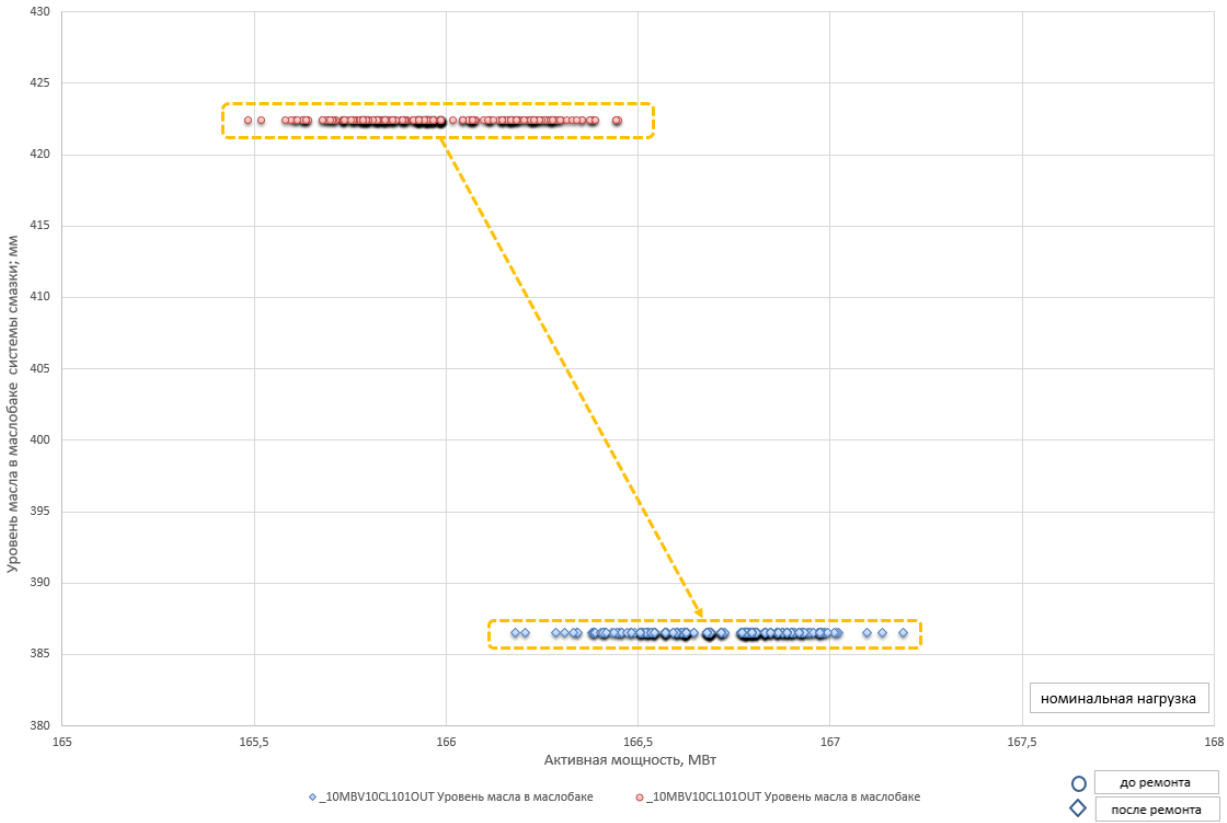

Рис.4.3. Уровень масла в маслобаке, режим номинальной нагрузки до/после ремонта

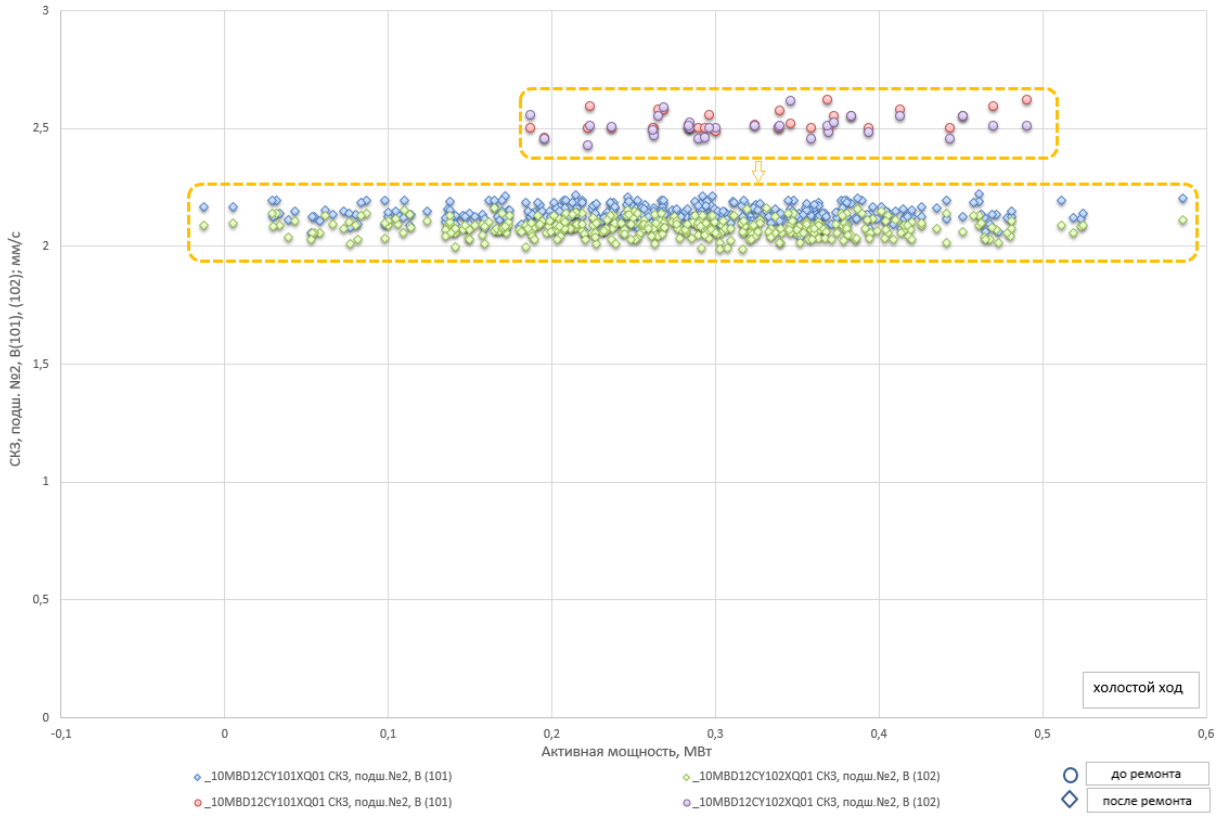

Рис.5.1. СКЗ подш.№2 (В), режим х.х. до/после ремонта

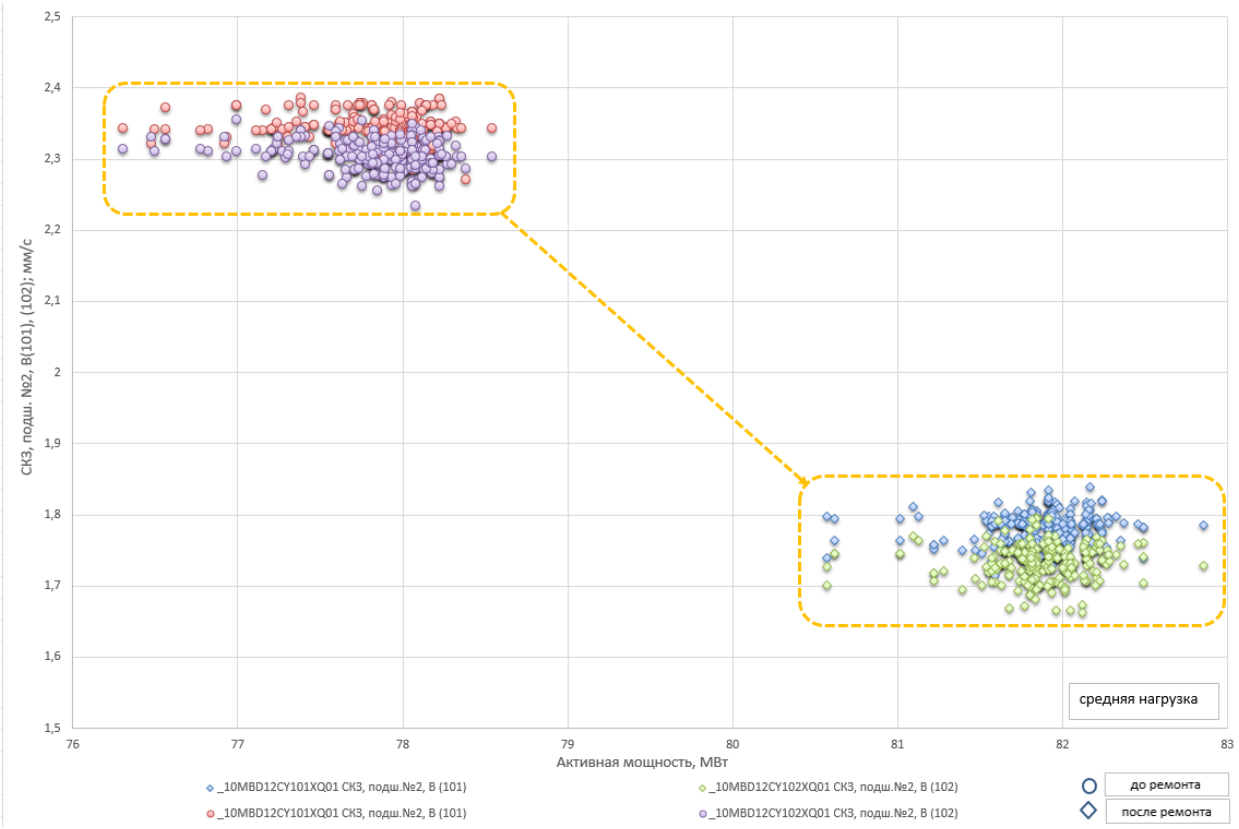

Рис.5.2. СКЗ подш.№2 (В), режим средней нагрузки до/после ремонта

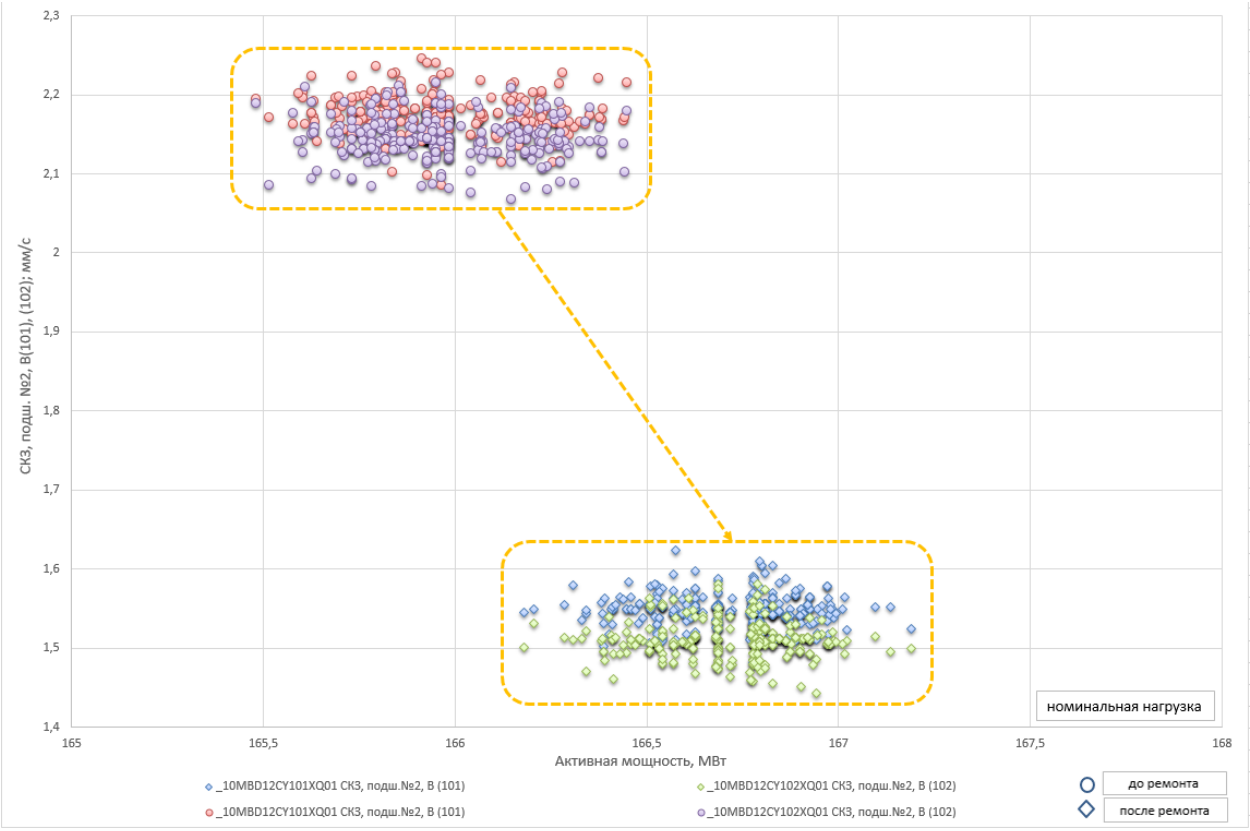

Рис.5.3. СКЗ подш.№2 (В), режим номинальной нагрузки до/после ремонта

Рис.6.1. Вибрация вала, подш. №2, №3, режим х.х. до/после ремонта

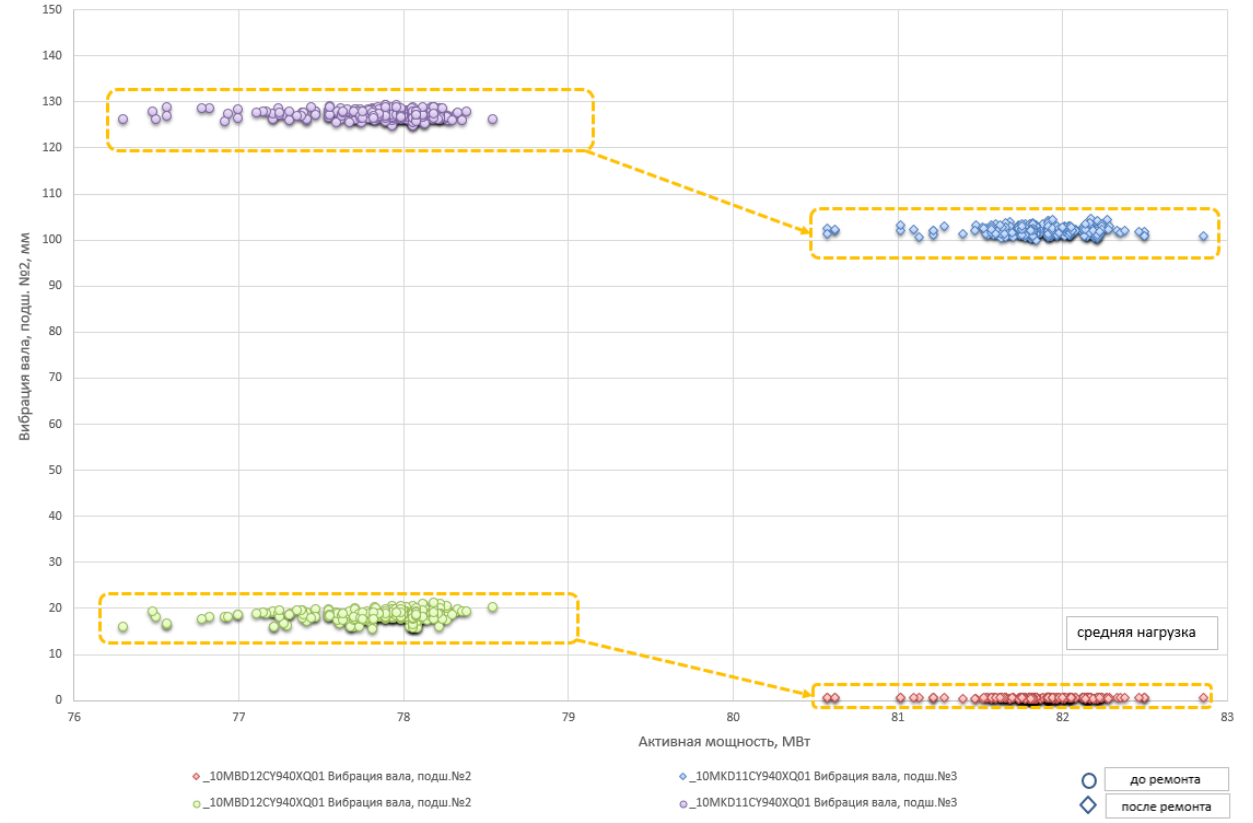

Рис.6.2. Вибрация вала, подш. №2, №3, режим средней нагрузки до/после ремонта

Рис.6.3. Вибрация вала, подш. №2, №3, режим номинальной нагрузки до/после ремонта

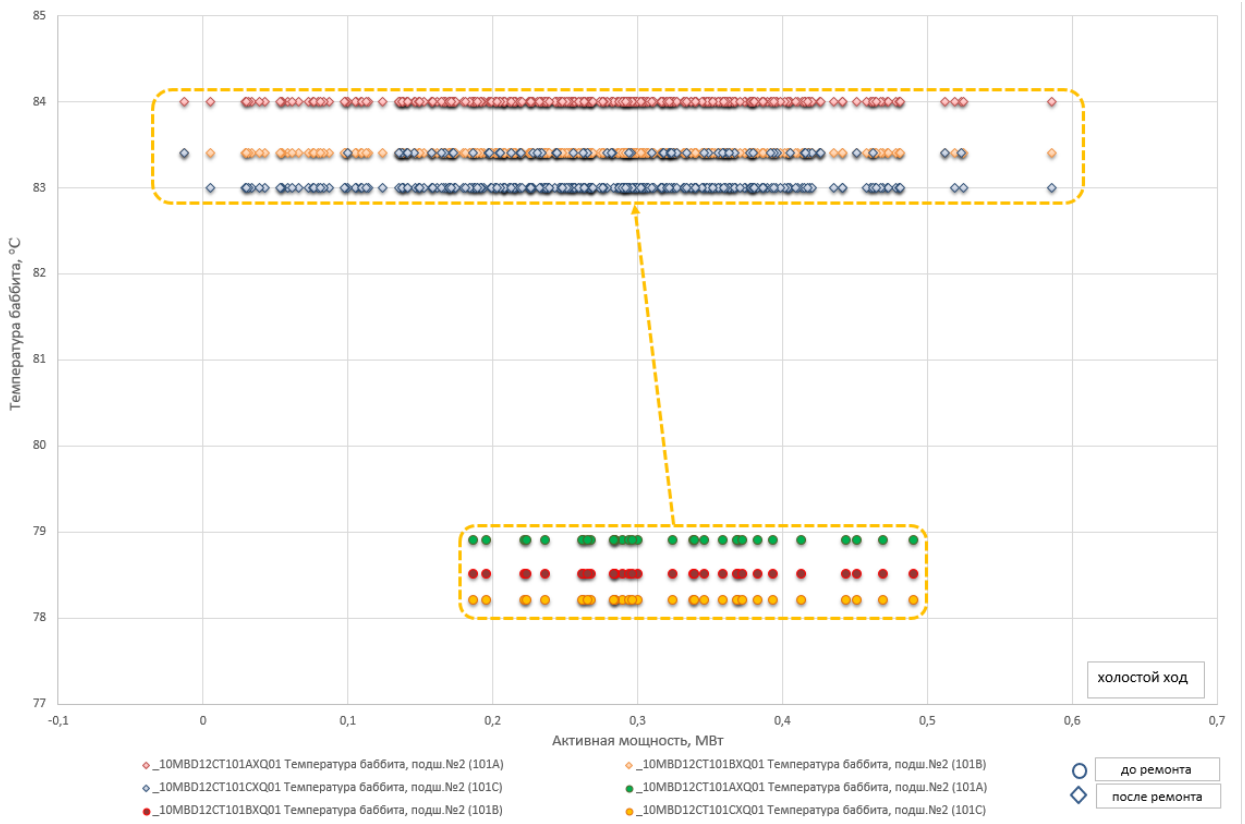

Рис.7.1. Температура баббита, подш. №2, режим х.х. до/после ремонта

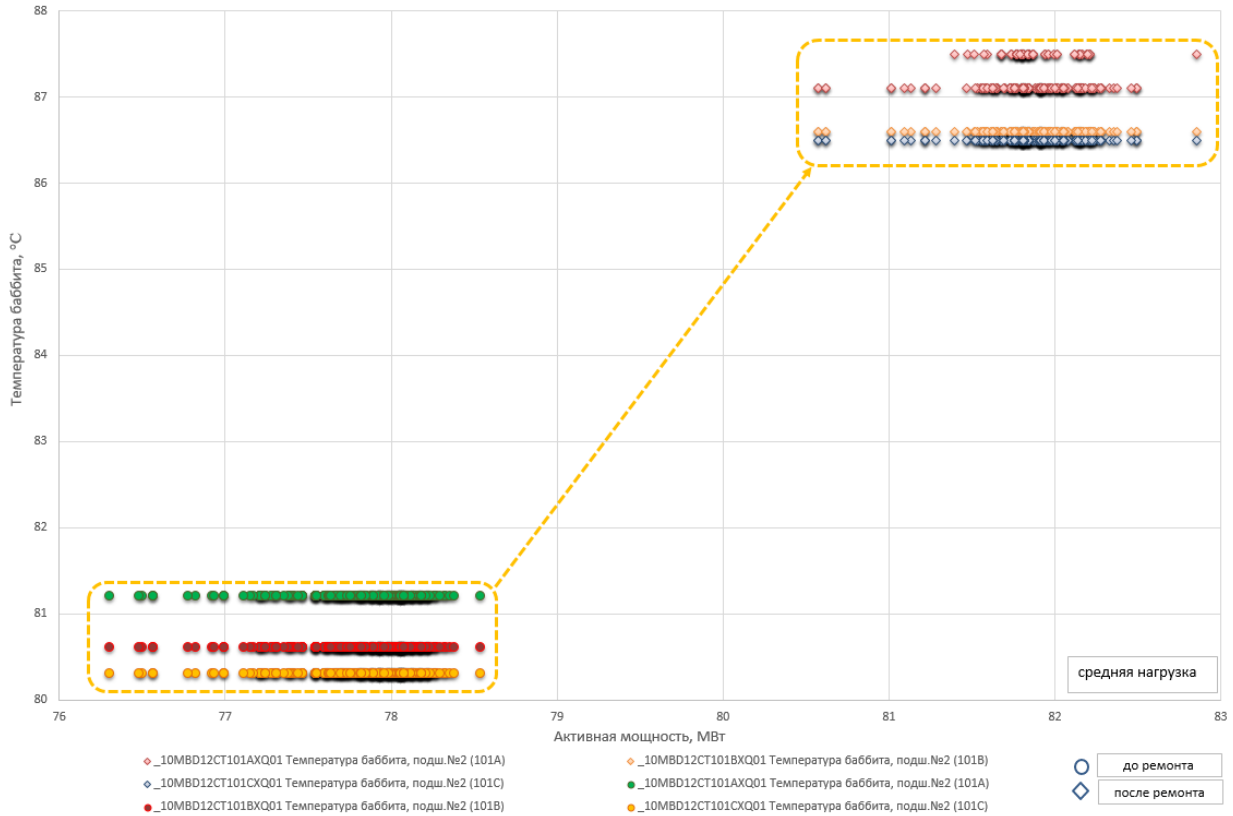

Рис.7.2. Температура баббита, подш. №2, режим средней нагрузки до/после ремонта

Рис.7.3. Температура баббита, подш. №2, режим номинальной нагрузки до/после ремонта