

**ТРАНСФОРМАТОР**

**ТДТН-25000/110-У1**

**ПРОТОКОЛ ПРИЕМО-СДАТОЧНЫХ ИСПЫТАНИЙ**

**АТ.21/08-115**



Испытательная лаборатория «ТОО Asia Trafo»  
160 024, РК, г. Шымкент, Район Каратау, жилой массив Тассай,  
здание 1196, тел: +7 (7252) 92-18-40

**ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № АТ.21/08-115**  
от 02.08.2021г.

Наименование продукции: Трансформатор ТДТН-25000/110-У1, зав. № 2104TDP001  
Изготовитель (адрес): ТОО «Asia Trafo»  
Изготовитель (адрес): г. Шымкент, Район Каратау, жилой массив Тассай, здание 1196  
Дата поступления образцов: 02.08.2021г.  
Дата проведения испытаний: 02.08.2021г.  
Обозначение НД на продукцию: ГОСТ 12965-93, ГОСТ 11677-85.  
Вид испытаний: Прием-сдаточные  
Условия проведения испытаний: температура +34°C, влажность 34%, атм. давление 94 кПа.

**Основные технические данные**

Наименование	Технические характеристики
Номинальная мощность ВН/СН/НН, кВА	25000/25000/25000
Номинальное напряжение ВН/СН/НН, кВ	115/38,5/11
Номинальный ток ВН/СН/НН, А	125,5/374,9/1312,2
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	123/36/12
Схема и группа соединения	Ун/Ун/Д-0-11
Диапазон регулирования напряжения	Нейтраль ВН РПН ±9х1,78%, СН ПБВ ±2х2,5%
Частота, Гц	50
Вид трансформатора, число фаз	Трехобмоточный, число фаз 3
Вид охлаждения	Д
Климатическое исполнение и категория размещения	У1
Материалы обмоток	Медь
Марка (тип) масла	ГК

**Результаты испытаний**

Измерение сопротивления изоляций, tgδ и емкости Сх обмоток							
Измерительное напряжение	Схема измерений	Θ масла, °С	R <sub>15</sub> , МОм	R <sub>60</sub> , МОм	Кабс	tgδ, %	Сх. pF
Сопротивление R-2500 В Тангенс угла потерь и емкость- 10 кВ	ВН-(СН+НН+бак)	+34	6920	8540	1,2	0,213	21920
	СН-(ВН+НН+бак)		10700	14000	1,3	0,202	27770
	НН-(ВН+СН+бак)		5490	8270	1,5	0,172	14380
	Магнит-бак		-	29600	-	-	-
	Консоль-бак		-	26100	-	-	-
	Магнит-консоль		-	16200	-	-	-

Результаты измерений соответствуют требованиям НТД

Измерение коэффициента трансформации						Измерение сопротивления обмоток постоянному току при температуре +34°C			
РПН	Для пары обмоток ВН-НН					Сопротивление обмоток ВН, Ом			
	АВ/ав	ВС/вс	АС/ас	Откл, %	Красч.	АВ	ВС	АС	Откл, %
1	12,124	12,124	12,118	-0,03	12,129	3,070	3,072	3,072	0,06
2	11,940	11,938	11,934	-0,02	11,942	3,001	3,002	3,003	0,06
3	11,755	11,753	11,749	-0,03	11,757	2,931	2,933	2,933	0,06
4	11,571	11,568	11,563	-0,02	11,570	2,862	2,863	2,864	0,06
5	11,385	11,383	11,379	-0,01	11,384	2,793	2,794	2,794	0,03
6	11,201	11,199	11,193	0,02	11,199	2,723	2,724	2,725	0,07
7	11,016	11,013	11,008	0,03	11,012	2,654	2,655	2,656	0,07
8	10,831	10,828	10,824	0,02	10,826	2,584	2,586	2,586	0,07
9	10,646	10,643	10,639	0,04	10,640	2,516	2,517	2,517	0,03
10	10,461	10,459	10,453	0,05	10,454	2,441	2,440	2,442	0,08
11	10,276	10,274	10,269	0,06	10,268	2,515	2,516	2,516	0,03
12	10,091	10,089	10,084	0,07	10,082	2,584	2,585	2,586	0,07
13	9,907	9,904	9,898	0,08	9,896	2,652	2,654	2,654	0,07
14	9,722	9,719	9,714	0,1	9,710	2,722	2,723	2,724	0,07
15	9,538	9,534	9,529	0,1	9,523	2,791	2,793	2,793	0,07
16	9,353	9,350	9,344	0,1	9,338	2,861	2,863	2,864	0,1
17	9,168	9,165	9,159	0,1	9,151	2,931	2,932	2,933	0,06
18	8,983	8,980	8,974	0,1	8,965	3,000	3,002	3,003	0,1
19	8,798	8,795	8,790	0,1	8,780	3,070	3,072	3,072	0,06
Измерение коэффициента трансформации СН-НН						Сопротивление обмотки СН, Ом			
ПБВ	АмВм/ав	ВмСм/вс	АмСм/ас	Откл, %	Красч.	АмВм	ВмСм	АмСм	Откл, %
1	3,6603	3,6602	3,6604	-0,4	3,674	0,2308	0,2310	0,2315	0,3
2	5,5795	3,5794	3,5796	-0,2	3,587	0,2211	0,2213	0,2217	0,2
3	3,4988	3,4986	3,4989	-0,03	3,500	0,2113	0,2116	0,2119	0,2
4	3,4177	3,4177	3,4179	0,1	3,412	0,2215	0,2218	0,2222	0,3
5	3,3372	3,3371	3,3371	0,3	3,325	0,2316	0,2319	0,2323	0,3
Измерение коэффициента трансформации ВН-СН на основном положении						Сопротивление обмотки НН, Ом			
АВ/АмВм	ВС/ВмСм	АС/Амм	Откл, %	Красч.	ав	вс	ас	Откл, %	
2,9879	2,9882	2,9883	0,03	2,9870	0,01534	0,01535	0,01542	0,5	
Схема и группа соединения обмоток соответствует ТД						Соответствуют расчетным значениям ТД			

<b>Результат:</b> Отклонения от расчетных значений не более 0,5%. Соответствуют расчетным значениям.				<b>Результат:</b> Разница измеренных значений не более 2%. Соответствуют расчетным значениям.				
<b>Испытание приложенным напряжением промышленной частоты 50 Гц</b>				<b>Испытание индуктированным напряжением повышенной частоты 200 Гц</b>				
Обмотки	U <sub>исп</sub> , кВ	Время, сек		Электрическая прочность изоляции обмоток ВН испытаны индуктированным напряжением 200 кВ	Время, сек			
Обмотка ВН	100	60			30			
Обмотка СН	85	60			Результат: Выдержал			
Обмотка НН	35	60						
<b>Результат:</b> Электрическая прочность изоляции соответствует требованиям ГОСТ 1516.3-96								
<b>Измерение тока и потерь холостого хода при номинальном напряжении</b>								
Подводимое напряжение, В	Ток холостого хода		Норма ±30%	Потери холостого хода				
	I <sub>о</sub> , А	I <sub>о</sub> , %		P <sub>о</sub> , измеренные, Вт	Норма, Вт + 15%			
11037	1,29	0,09	0,15	18607	19000			
<b>Результат:</b> Результаты измерений соответствует требованиям ГОСТ 12965-93								
<b>Измерение тока и потерь холостого хода при малом напряжении</b>								
Напряжение, В	Частота, Гц	Измеренный ток, А			Измеренные потери, Вт			
		с (зак. в-с)	в (зак. а-в)	а (зак. а-с)	с (зак. в-с)	в (зак. а-в)	а (зак. а-с)	
220	50	0,04210	0,06161	0,04263	6,152	8,537	6,118	
<b>Результат:</b> Измерение проводились по методике ГОСТ 3484.1-88								
<b>Измерение напряжения и потерь короткого замыкания</b>								
Для пары обмоток	Напряжение короткого замыкания, % при положений переключателя РПН				Подводимый ток, А (ном)	Потери приведены Ркз 75°С, Вт	Нормированные значения	
	U <sub>под.</sub> , В	1	10	19			Ук, %	Ркз, Вт
ВН-СН	6954	-	9,97	-	76,1	133468	10,5	-
ВН-НН	12773	19,1	18,4	18,8	75,6	148632	17,5	140000
СН-НН	1523	6,61			224,2	107361	6,5	-
<b>Результат:</b> Результаты испытаний соответствуют требованиям ГОСТ 12965-93.								
<b>Испытание на герметичность</b>								
Бак и конструктивные маслonaполненные элементы трансформатора ТДТН-25000/110-У1 зав.№2104ТДР001 испытаны на герметичность столбом масла высотой 3м в течение 12 часов. В течение нормированного времени течи масла не обнаружены.								
<b>Результат:</b> Результаты испытаний соответствуют требованиям ГОСТ 11677-85								

### Испытание электрических характеристик масла из основного бака и из РПН

Тип залитого масла	Θ масла, °С	Пробивное напряжение масла, кВ				tgδ, %	Норма не более, %
		Из бака	Норма	из РПН	Норма		
ГК	20	69,4	60	54,2	40	0,21	0,7

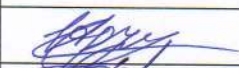

**Результаты:** Трансформаторное масло марки ГК пригодно для эксплуатации

#### Измерительные приборы:

№	Наименование	Измерительные средства	Серийный №
1	Сопротивление изоляции обмоток	Мегаомметр KYORITSU 3125A	E0068857
2	Измерение тангенса угла потерь и емкости обмоток	TESTRANO 600	DE245Y
	Измерение коэффициента трансформации		
	Измерение сопротивление обмоток постоянному току		
	Измерение тока и потерь при низком напряжений		
3	Испытание приложенным напряжением	Делитель переменного напряжения WCF 1.25/800	926866
		Пиковый вольтметр MU18	926397
4	Измерение тока, напряжения и потерь холостого хода и короткого замыкания	Измерительная система LiMOS 4000/100	924855
5	Испытание индуктированным напряжением		924856
6	Измерение температуры	Тепловизор Fluke TiS10	924857
7	Измерение атмосферного давления	Барометр-анероид БАММ-1	18041157
8	Измерение относительной влажности	Психрометр ВИТ-2	713
			108516

**Заключение:** Трансформатор ТДТН-25000/110-У1 зав.№ 2104TDP001 в объеме проведенных приемо-сдаточных испытаний соответствует требованиям ГОСТ 12965-93, ГОСТ 11677-85.

#### Испытания провели

Занимаемая должность:	Ф.И.О	Подпись	Дата
Инженер-испытатель эл.машин и аппаратов	Румянцев И.А.		02.08.2021г
Начальник испытательной лаборатории	Атеев Т.Р		02.08.2021г



**ТРАНСФОРМАТОР**

**ТДТН-25000/110-У1**

**ПРОТОКОЛ ПРИЕМО-СДАТОЧНЫХ ИСПЫТАНИЙ**

**АТ.21/08-115**



Испытательная лаборатория «ТОО Asia Trafo»  
160 024, РК, г. Шымкент, Район Каратау, жилой массив Тассай,  
здание 1196, тел: +7 (7252) 92-18-40

**ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № АТ.21/08-115**  
от 02.08.2021г.

Наименование продукции: Трансформатор ТДТН-25000/110-У1, зав. № 2104TDP001  
Изготовитель (адрес): ТОО «Asia Trafo»  
Изготовитель (адрес): г. Шымкент, Район Каратау, жилой массив Тассай, здание 1196  
Дата поступления образцов: 02.08.2021г.  
Дата проведения испытаний: 02.08.2021г.  
Обозначение НД на продукцию: ГОСТ 12965-93, ГОСТ 11677-85.  
Вид испытаний: Приемно-сдаточные  
Условия проведения испытаний: температура +34°C, влажность 34%, атм. давление 94 кПа.

**Основные технические данные**

Наименование	Технические характеристики
Номинальная мощность ВН/СН/НН, кВА	25000/25000/25000
Номинальное напряжение ВН/СН/НН, кВ	115/38,5/11
Номинальный ток ВН/СН/НН, А	125,5/374,9/1312,2
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	123/36/12
Схема и группа соединения	Ун/Ун/Д-0-11
Диапазон регулирования напряжения	Нейтраль ВН РПН ±9х1,78%, СН ПБВ ±2х2,5%
Частота, Гц	50
Вид трансформатора, число фаз	Трехобмоточный, число фаз 3
Вид охлаждения	Д
Климатическое исполнение и категория размещения	У1
Материалы обмоток	Медь
Марка (тип) масла	ГК

**Результаты испытаний**

Измерение сопротивления изоляций, tgδ и емкости Сх обмоток							
Измерительное напряжение	Схема измерений	Θ масла, °С	R <sub>15</sub> , МОм	R <sub>60</sub> , МОм	Кабс	tgδ, %	Сх. pF
Сопротивление R-2500 В Тангенс угла потерь и емкость- 10 кВ	ВН-(СН+НН+бак)	+34	6920	8540	1,2	0,213	21920
	СН-(ВН+НН+бак)		10700	14000	1,3	0,202	27770
	НН-(ВН+СН+бак)		5490	8270	1,5	0,172	14380
	Магнит-бак		-	29600	-	-	-
	Консоль-бак		-	26100	-	-	-
	Магнит-консоль		-	16200	-	-	-

Результаты измерений соответствуют требованиям НТД

Измерение коэффициента трансформации						Измерение сопротивления обмоток постоянному току при температуре +34°C			
РПН	Для пары обмоток ВН-НН					Сопротивление обмоток ВН, Ом			
	АВ/ав	ВС/вс	АС/ас	Откл, %	Красч.	АВ	ВС	АС	Откл, %
1	12,124	12,124	12,118	-0,03	12,129	3,070	3,072	3,072	0,06
2	11,940	11,938	11,934	-0,02	11,942	3,001	3,002	3,003	0,06
3	11,755	11,753	11,749	-0,03	11,757	2,931	2,933	2,933	0,06
4	11,571	11,568	11,563	-0,02	11,570	2,862	2,863	2,864	0,06
5	11,385	11,383	11,379	-0,01	11,384	2,793	2,794	2,794	0,03
6	11,201	11,199	11,193	0,02	11,199	2,723	2,724	2,725	0,07
7	11,016	11,013	11,008	0,03	11,012	2,654	2,655	2,656	0,07
8	10,831	10,828	10,824	0,02	10,826	2,584	2,586	2,586	0,07
9	10,646	10,643	10,639	0,04	10,640	2,516	2,517	2,517	0,03
10	10,461	10,459	10,453	0,05	10,454	2,441	2,440	2,442	0,08
11	10,276	10,274	10,269	0,06	10,268	2,515	2,516	2,516	0,03
12	10,091	10,089	10,084	0,07	10,082	2,584	2,585	2,586	0,07
13	9,907	9,904	9,898	0,08	9,896	2,652	2,654	2,654	0,07
14	9,722	9,719	9,714	0,1	9,710	2,722	2,723	2,724	0,07
15	9,538	9,534	9,529	0,1	9,523	2,791	2,793	2,793	0,07
16	9,353	9,350	9,344	0,1	9,338	2,861	2,863	2,864	0,1
17	9,168	9,165	9,159	0,1	9,151	2,931	2,932	2,933	0,06
18	8,983	8,980	8,974	0,1	8,965	3,000	3,002	3,003	0,1
19	8,798	8,795	8,790	0,1	8,780	3,070	3,072	3,072	0,06
Измерение коэффициента трансформации СН-НН						Сопротивление обмотки СН, Ом			
ПБВ	АмВм/ав	ВмСм/вс	АмСм/ас	Откл, %	Красч.	АмВм	ВмСм	АмСм	Откл, %
1	3,6603	3,6602	3,6604	-0,4	3,674	0,2308	0,2310	0,2315	0,3
2	5,5795	3,5794	3,5796	-0,2	3,587	0,2211	0,2213	0,2217	0,2
3	3,4988	3,4986	3,4989	-0,03	3,500	0,2113	0,2116	0,2119	0,2
4	3,4177	3,4177	3,4179	0,1	3,412	0,2215	0,2218	0,2222	0,3
5	3,3372	3,3371	3,3371	0,3	3,325	0,2316	0,2319	0,2323	0,3
Измерение коэффициента трансформации ВН-СН на основном положении						Сопротивление обмотки НН, Ом			
АВ/АмВм	ВС/ВмСм	АС/Амм	Откл, %	Красч.	ав	вс	ас	Откл, %	
2,9879	2,9882	2,9883	0,03	2,9870	0,01534	0,01535	0,01542	0,5	
Схема и группа соединения обмоток соответствует ТД						Соответствуют расчетным значениям ТД			



<b>Результат:</b> Отклонения от расчетных значений не более 0,5%. Соответствуют расчетным значениям.				<b>Результат:</b> Разница измеренных значений не более 2%. Соответствуют расчетным значениям.				
<b>Испытание приложенным напряжением промышленной частоты 50 Гц</b>				<b>Испытание индуктированным напряжением повышенной частоты 200 Гц</b>				
Обмотки	U <sub>исп</sub> , кВ	Время, сек		Электрическая прочность изоляции обмоток ВН испытаны индуктированным напряжением 200 кВ	Время, сек			
Обмотка ВН	100	60			30			
Обмотка СН	85	60			Результат: Выдержал			
Обмотка НН	35	60						
<b>Результат:</b> Электрическая прочность изоляции соответствует требованиям ГОСТ 1516.3-96								
<b>Измерение тока и потерь холостого хода при номинальном напряжении</b>								
Подводимое напряжение, В	Ток холостого хода		Норма ±30%	Потери холостого хода				
	I <sub>о</sub> , А	I <sub>о</sub> , %		P <sub>о</sub> , измеренные, Вт	Норма, Вт + 15%			
11037	1,29	0,09	0,15	18607	19000			
<b>Результат:</b> Результаты измерений соответствует требованиям ГОСТ 12965-93								
<b>Измерение тока и потерь холостого хода при малом напряжении</b>								
Напряжение, В	Частота, Гц	Измеренный ток, А			Измеренные потери, Вт			
		с (зак. в-с)	в (зак. а-в)	а (зак. а-с)	с (зак. в-с)	в (зак. а-в)	а (зак. а-с)	
220	50	0,04210	0,06161	0,04263	6,152	8,537	6,118	
<b>Результат:</b> Измерение проводились по методике ГОСТ 3484.1-88								
<b>Измерение напряжения и потерь короткого замыкания</b>								
Для пары обмоток	Напряжение короткого замыкания, % при положений переключателя РПН				Подводимый ток, А (ном)	Потери приведены Ркз 75°С, Вт	Нормированные значения	
	U <sub>под.</sub> , В	1	10	19			Ук, %	Ркз, Вт
ВН-СН	6954	-	9,97	-	76,1	133468	10,5	-
ВН-НН	12773	19,1	18,4	18,8	75,6	148632	17,5	140000
СН-НН	1523	6,61			224,2	107361	6,5	-
<b>Результат:</b> Результаты испытаний соответствуют требованиям ГОСТ 12965-93.								
<b>Испытание на герметичность</b>								
Бак и конструктивные маслonaполненные элементы трансформатора ТДТН-25000/110-У1 зав.№2104ТДР001 испытаны на герметичность столбом масла высотой 3м в течение 12 часов. В течение нормированного времени течи масла не обнаружены.								
<b>Результат:</b> Результаты испытаний соответствуют требованиям ГОСТ 11677-85								

### Испытание электрических характеристик масла из основного бака и из РПН

Тип залитого масла	Θ масла, °С	Пробивное напряжение масла, кВ				tgδ, %	Норма не более, %
		Из бака	Норма	из РПН	Норма		
ГК	20	69,4	60	54,2	40	0,21	0,7

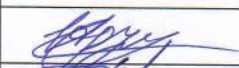

**Результаты:** Трансформаторное масло марки ГК пригодно для эксплуатации

#### Измерительные приборы:

№	Наименование	Измерительные средства	Серийный №
1	Сопrotивление изоляции обмоток	Мегаомметр KYORITSU 3125A	E0068857
2	Измерение тангенса угла потерь и емкости обмоток	TESTRANO 600	DE245Y
	Измерение коэффициента трансформации		
	Измерение сопротивление обмоток постоянному току		
	Измерение тока и потерь при низком напряжений		
3	Испытание приложенным напряжением	Делитель переменного напряжения WCF 1.25/800	926866
		Пиковый вольтметр MU18	926397
4	Измерение тока, напряжения и потерь холостого хода и короткого замыкания	Измерительная система LiMOS 4000/100	924855
5	Испытание индуктированным напряжением		924856
6	Измерение температуры	Тепловизор Fluke TiS10	924857
7	Измерение атмосферного давления	Барометр-анероид БАММ-1	18041157
8	Измерение относительной влажности	Психрометр ВИТ-2	713
			108516

**Заключение:** Трансформатор ТДТН-25000/110-У1 зав.№ 2104TDP001 в объеме проведенных приемо-сдаточных испытаний соответствует требованиям ГОСТ 12965-93, ГОСТ 11677-85.

#### Испытания провели

Занимаемая должность:	Ф.И.О	Подпись	Дата
Инженер-испытатель эл.машин и аппаратов	Румянцев И.А.		02.08.2021г
Начальник испытательной лаборатории	Атеев Т.Р		02.08.2021г



**COPIA CORESPUNDE  
ORIGINALULUI**



**РОССЕТИ**  
**ФСК ЕЭС**

Научно-технический центр

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

«Научно-технический центр Федеральной сетевой  
компании Единой энергетической системы»

Центр по испытаниям и сертификации

Россия, 127566, г. Москва, Высоковольтный проезд, д. 13

тел: +7 (495) 663-86-64, факс: +7 (495) 234-71-07,

e-mail: dis@ntc-power.ru, www. ntc-power.ru

01.03.22 № 10-06/18-64

На № \_\_\_\_\_

О направлении протоколов  
испытаний

Генеральному директору  
ТОО «Asia Trafo»

Асанову О.Б.

160024, РК, Каратауский р/н,  
г. Шымкент, жилой массив Тассай,  
здание 1196

тел. +7 (771-758-84-65)

e-mail: r.tokmurzin@alageum.com

Уважаемый Омар Базаубайулы!

Направляем Вам протокол испытаний трансформатора силового трёхобмоточного масляного типа ТДТН-16000/110-У1 на стойкость при коротких замыканиях по договору 26-ИТ-21.

Приложение: 1. Протокол № 006-036-2022 на 32 л в 2 экз.

2. Диск DVD- 1 шт.

Заместитель генерального директора  
по испытаниям и сертификации

В.В. Бойков

Зак

Акционерное общество «Научно-технический центр Федеральной сетевой компании Единой энергетической системы» (АО «НТЦ ФСК ЕЭС») Юр.адрес:Россия, 115201, г. Москва, Каширское шоссе, д.22, корп. 3; Тел.: +7 (495) 727-19-09; факс: +7 (495) 727-19-08; e-mail: [info@ntc-power.ru](mailto:info@ntc-power.ru)

**ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ВЫСОКОВОЛЬТНОЙ АППАРАТУРЫ  
АКЦИОНЕРНОГО ОБЩЕСТВА  
«НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЕТЕВОЙ КОМПАНИИ  
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»  
(ИЦ ВА АО «НТЦ ФСК ЕЭС»)**

Уникальный номер записи об аккредитации в реестре аккредитованных лиц RA.RU.21MB06  
Дата внесения в реестр аккредитованных лиц: 27.01.2017

Адрес: 127566, Россия, г. Москва, Высоковольтный проезд, 13  
Телефон: +7(495) 663-86-64  
e-mail: [dis@ntc-power.ru](mailto:dis@ntc-power.ru)



УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель Испытательного Центра высоковольтной аппаратуры АО «НТЦ ФСК ЕЭС»

В.В.Бойков

**ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 006 - 036 - 2022**

<b>Объект испытаний</b>	Трансформатор силовой трёхобмоточный масляный типа ТДТН- 16000/110-У1, зав. № 2104TDS004
<b>Технические условия</b>	ТУ 0621.1700 АТ
<b>Изготовитель и заказчик на проведение испытаний</b>	ТОО «Asia Trafo»
<b>Цель испытаний</b>	Испытания на стойкость при коротких замыканиях
<b>Нормативный документ, на соответствие которому проводились испытания:</b>	- методы испытаний: ГОСТ Р 52719-2007 р.10 (табл. 11 п. 13), ГОСТ 20243-84 - требования к объекту испытаний: ГОСТ Р 52719-2007 п.6.4.1
<b>Место проведения испытаний</b>	ИЦ ВА АО «НТЦ ФСК ЕЭС»
<b>Дата поступления образца</b>	24.09.2021
<b>Дата проведения испытаний</b>	29 и 30.11, 01.12.2021
<b>Договор на проведение испытаний</b>	Договор 26-ИТ-21 от 15.03.2021

**ПРОТОКОЛ СОДЕРЖИТ:**

Всего листов: 32

Образец трансформатора силового трёхобмоточного масляного типа ТДТН-16000/110 У1, зав. № 2104TDS004, код ОКПД2 27.11.4, выпускаемый ТОО «Asia Trafo» по ТУ 0621.1700 АТ **испытан** в соответствии с методами ГОСТ Р 52719-2007 р.10 (табл. 11, п. 13), ГОСТ 20243-84 и требованием ГОСТ Р 52719-2007 п.6.4.1 в части стойкости при коротких замыканиях

Заведующий лабораторией исследований электромагнитных процессов

О.Б. Сундатов

Запрещается передача и перепечатка материалов данного протокола без разрешения Заказчика или ИЦ ВА АО «НТЦ ФСК ЕЭС». Результаты испытаний, изложенные в настоящем протоколе, касаются образца, подвергнутого испытаниям.

Москва 2022

Протокол содержит:

	стр.
1. <i>ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБЪЕКТА ИСПЫТАНИЙ</i> .....	3
2. <i>ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ, ЗАКАЗЧИК И ИЗГОТОВИТЕЛЬ</i> .....	4
3. <i>КОМПЛЕКТ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ</i> .....	4
4. <i>ПРОГРАММА, МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ, ПРОВЕРОК, ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ИХ ПРОВЕДЕНИЯ</i> .....	5
5. <i>УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ</i> .....	5
6. <i>СРЕДСТВА ИСПЫТАНИЙ И ИЗМЕРЕНИЙ</i> .....	6
7. <i>РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ И ПРОВЕРОК</i> .....	7
8. <i>ФОТОГРАФИИ, СХЕМЫ</i> .....	12
9. <i>ОСЦИЛЛОГРАММЫ</i> .....	22
10. <i>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</i> .....	28
11. <i>НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ</i> .....	28
12. <i>ПРИЛОЖЕНИЕ №1: «Акт разборки и комиссионного осмотра активной части трансформатора ТДТН-16000/110-У1 зав.№ 2104TDS004 после испытаний на стойкость при коротких замыканиях»</i> .....	29
13. <i>ПРИЛОЖЕНИЕ №2: «Извещение об изменении»</i> .....	31

## 1. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБЪЕКТА ИСПЫТАНИЙ

1.1. Трансформатор типа ТДТН-16000/110-У1 – масляный трехфазный трехобмоточный.

1.2. Код ОКПД2 27.11.4.

1.3. Код ТН ВЭД ЕАЭС 8504 23 000.

1.4. Номинальные параметры:

Таблица 1.1.

Наименование параметра	Значение
Номинальная мощность обмоток, кВА	16000/16000/16000
Схема и группа соединения обмоток	Y <sub>n</sub> /Y <sub>n</sub> /D-0-11
Номинальные напряжения обмоток ВН/СН/НН, кВ	115/38,5/6,6
Номинальные токи обмоток ВН/СН/НН, А	80,3/239,9/1399,7
Вид и диапазон регулирования на стороне ВН	РПН±9х1,78%
Вид и диапазон регулирования на стороне СН	ПБВ± 2х2,5%
Номинальная частота, Гц	50
Число фаз	3
Ток холостого хода при номинальном напряжении, % (по протоколу ПСИ)	0,16
Потери холостого хода при номинальном напряжении, Вт (по протоколу ПСИ)	16260
Потери короткого замыкания для пары обмоток, приведенные к 75°С, Вт (по протоколу ПСИ)	
ВН-СН	94502
ВН-НН	100513
СН-НН	76626
Напряжения короткого замыкания, % (по протоколу ПСИ)	
ВН <sub>мин</sub> (19)-СН <sub>мин</sub> (5)	10,21
ВН <sub>мин</sub> (19)-СН <sub>макс</sub> (1)	8,58
ВН <sub>мин</sub> (19)-СН <sub>ном</sub> (3)	9,27
ВН <sub>макс</sub> (1)-СН <sub>мин</sub> (5)	12,71
ВН <sub>макс</sub> (1)-СН <sub>ном</sub> (3)	10,99
ВН <sub>макс</sub> (1)-СН <sub>макс</sub> (1)	9,65
ВН <sub>ном</sub> (10)-СН <sub>мин</sub> (5)	11,54
ВН <sub>ном</sub> (10)-СН <sub>ном</sub> (3)	10,10
ВН <sub>ном</sub> (10)-СН <sub>макс</sub> (1)	9,00
ВН <sub>макс</sub> (1)-НН	19,84
ВН <sub>ном</sub> (10)-НН	18,95
ВН <sub>мин</sub> (19)-НН	17,15
НН-СН <sub>макс</sub> (1)	7,14
НН-СН <sub>ном</sub> (3)	6,91
НН-СН <sub>мин</sub> (5)	6,87
Материал обмоток:	Алюминий
Форма обмоток	круг
Магнитопровод	трехстержневой
Масса полная, кг	39000
Габаритные размеры L x B x H, мм	6200 x 3250 x 5028
Заводской номер	2104TDS004

1.5. Общий вид трансформатора представлен на рис. 8.1.

## *2. ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ, ЗАКАЗЧИК И ИЗГОТОВИТЕЛЬ*

### *2.1 ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ*

Юридическое лицо: Акционерное общество "Научно-технический центр Федеральной сетевой компании Единой энергетической системы" (АО «НТЦ ФСК ЕЭС»).

Адрес юридического лица: 115201, РОССИЯ, город Москва, ш. Каширское, д. 22, кор. 3;

Телефон: +7 4957271909; адрес электронной почты: info@ntc-power.ru.

Аккредитованное лицо: Испытательный центр высоковольтной аппаратуры Акционерного общества "Научно-технический центр Федеральной сетевой компании Единой энергетической системы" (ИЦ ВА АО «НТЦ ФСК ЕЭС»).

Адрес: 127566, РОССИЯ, город Москва, проезд. Высоковольтный, д. 13; Телефон: +7(495) 6638664; адрес электронной почты: dis@ntc-power.ru

### *2.2. ЗАКАЗЧИК И ИЗГОТОВИТЕЛЬ*

ТОО «Asia Trafo»

Адрес: РК, 160024, Каратауский р/н, г. Шымкент, жилой массив Тассай, здание 1196.

Тел. +7(7252) 92 18 40, адрес электронной почты: asia.trafo@alageum.com.

## *3. КОМПЛЕКТ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ*

3.1. Технические условия ТУ 0621.1700 АТ на изготовления трансформатора ТДТН-16000/110/35/6 кВ.

3.2. Паспорт. Трансформатор типа ТДТН-16000 класса напряжения 110 кВ.

3.3. Руководство по эксплуатации и техническому обслуживанию. Трансформатор типа ТДТН-16000/110-У(УХЛ)1.

3.4. Протокол приемо-сдаточных испытаний АТ.21/06-044. Трансформатор силового ТДТН-16000/110-У1 от 29.06.2021.

3.5. Протокол приемо-сдаточных испытаний АТ.22/01-044. Трансформатор силового ТДТН-16000/110-У1 от 12.01.2022.

3.6. Акт отбора образцов №.001 от 20.08.2021. Акт отбора предоставлен Заказчиком.

#### *4. ПРОГРАММА, МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ, ПРОВЕРОК, ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ИХ ПРОВЕДЕНИЯ*

Испытания трансформатора ТДТН-16000/110-У1 проводятся по следующей программе:

4.1. Перед испытаниями и по окончании всех испытаний, на аттестованной установке УКИТР проводятся контрольные измерения (измерение сопротивления изоляции, коэффициента трансформации, опыт ХХ, опыт КЗ, измерение сопротивления постоянному току) согласно методике ГОСТ 3484.1-88.

4.2 Испытания на стойкость при КЗ. Программа испытаний составлена в соответствии с методами ГОСТ 20243-74, ГОСТ 3484.1-88 и требованиями ГОСТ Р 52719-2007 п. 6.4.1, ГОСТ 20243-74 п. 1.2.

4.3. На заводе изготовителе до и после испытаний на стойкость при КЗ проводятся испытания электрической прочности изоляции приложенным напряжением промышленной частоты в течении 1 минуты по ГОСТ 1516.3.

#### *5. УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ*

##### *5.1. Порядок проведения испытаний на стойкость при КЗ*

Трансформатор испытывается на аттестованной установке прямых испытаний УПИ-160-12.00.00.00.00 пофазно со стороны обмоток НН или СН, обмотки ВН закорачиваются и заземляются. «Треугольник» на стороне НН был разобран на заводе изготовителе. На стенке бака был установлен дополнительный ввод НН (у), обеспечивающий независимый доступ к обмоткам НН каждой фазы.

Для отстройки от насыщения магнитопровода к обмоткам ВН двух фаз, не участвующих в испытаниях, подключается схема намагничивания. Трансформатор устанавливается в 6-ой испытательной спец. камере в технологическом поддоне на ж/д катках.

После каждого зачетного опыта производятся измерения сопротивления КЗ трансформатора от схемы УКИТР (аттестат № 8/2019). Испытания прекращаются при изменении сопротивления КЗ более чем на 2,0% относительно первоначального значения или при появлении видимых деформаций.

##### *5.2. Выбор режимов испытаний*

- На фазе «А» проводятся пять зачетных опытов КЗ в режиме НН-СН.

Схема испытаний-генераторная (рис. 5.3);

- На фазе «С» проводятся пять зачетных опытов КЗ в режиме СН-ВН.

Схема испытаний - с промежуточными трансформаторами (рис. 5.4);

- На фазе «В» проводятся пять зачетных опытов КЗ в режиме СН-(ВН+НН).

Схема испытаний - с промежуточными трансформаторами (рис. 5.5).

Положение переключателя в соответствии с таблицей 5.1.



Таблица 5.1

№ опыта	Фаза	Режим	Длительность опыта, с	Что проверяется
1-4	А	НН-СН <sub>мин</sub> (5)	0,5	Радиальная устойчивость НН
5	А	НН-СН <sub>макс</sub> (1)	0,5	Прочность НН Осевая устойчивость НН
6-9	С	СН <sub>ном</sub> (3)-ВН <sub>ном</sub> (10)	0,5	Радиальная устойчивость СН Прочность ВН, $K_{зап}=1,0$
10	С	СН <sub>мин</sub> (5)-ВН <sub>мин</sub> (19)	0,5	Осевая устойчивость СН Прочность РОВН
11-14	В	СН <sub>мин</sub> (5)-(ВН <sub>макс</sub> (1)+НН)	0,5	Прочность СН, $K_{зап}=0,93$
15	В	СН <sub>макс</sub> (1)-(ВН <sub>мин</sub> (19)+НН)	0,5	Осевая устойчивость ВН Прочность РОСН

### 5.3 Климатические условия при проведении испытаний:

29.11.2021

- температура окружающей среды +4°C;
- давление 739 мм рт. Ст.;
- влажность 88%.

30.11.2021

- температура окружающей среды +3°C;
- давление 716 мм рт. Ст.;
- влажность 77%.

01.12.2021

- температура окружающей среды -3°C;
- давление 726 мм рт. Ст.;
- влажность 90%.

## 6. СРЕДСТВА ИСПЫТАНИЙ И ИЗМЕРЕНИЙ

Перечень применяемого испытательного оборудования (ИО) и средств измерений (СИ) представлен в табл. 6.1.

Таблица 6.1

№ п/п	Наименование ИО или СИ	Заводской номер	Класс точности или погрешность, %	Номер свидетельства о поверке, аттестат аккредитации, срок действия
	1	2	3	4
1.	Установка прямых испытаний УПИ-160-12.00.00.00.00	б/н	по ТО	Аттестат № 1/2020 до 13.04.2025
2.	Установка контрольных измерений силовых трансформаторов УКИТР	б/н	по ТО	№ 8/2019 до 29.07.2024
3.	Комплекс измерительный низкочастотный НИК-16К	01	Кл. 1	№ С-М/14-04-2021/57219367 13.04.2022

## Продолжение табл. 6.1

№ п/п	Наименование ИО или СИ	Заводской номер	Класс точности или погрешность, %	Номер свидетельства о поверке, аттестат аккредитации, срок действия
	1	2	3	4
4.	Трансформатор тока безмагнитопроводный БТТН-10	4	1,5%	№ СП047С-20 до 06.07.2023
5.	Шунт переменного тока «Метра Бланско» 40 кА	8.755.912 8.389.826	0,5 0,5	№ С-М/17-03-2021/45318666 до 16.03.2023 № С-М/17-03-2021/45319935 до 16.03.2023
6.	Измеритель мощности АКИП-2501	6006040107 07010004	0,1%	№ С-МА/23-08-2021/88668351 до 22.08.2022
7.	Измеритель мощности АКИП-2501	6006040107 07010005	0,1%	№ С-МА/23-08-2021/88668350 до 22.08.2022
8.	Трансформатор напряжения НИОЛ-СТ35-2	0286210000 002	0,5	№ С-БНС/22-03-2021/58284627 до 22.03.2037
9.	Мегаомметр цифровой МЕГОМ-300	МВНВ 049494	0,025 до 0,1%	№ СП 3017965 до 25.08.2022
10.	Термогигрометр ИВА-6Н-Д Канал абсолютного давления: Канал измерений температуры: Канал измерений относительной влажности:	5141	2,5гПа 0,3 °С 2%	№ С-МА/12-10-2021/101321406 № С-МА/12-10-2021/103084033 № С-МА/12-10-2021/103084059 до 11.10.2022

## 7. РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ И ПРОВЕРОК

## 7.1. Контрольные измерения

Контрольные измерения до и после испытаний на стойкость при КЗ проводились в соответствии с требованиями ГОСТ 20243-74 по методике ГОСТ 3484.1-88.

## 7.1.1. Измерение сопротивления изоляции обмоток.

Измерения проводились мегомметром на напряжение 2,5 кВ. Результаты измерений приведены в табл. 7.1.

Таблица 7.1

Участок измерения	Сопротивление изоляции, МОм	
	до исп.	после исп.
НН - бак	>500	>3000
СН - бак	>1000	>3000
ВН - бак	>1000	>3000
ВН - СН	>3000	>3000
СН - НН	>3000	>3000

## 7.1.2. Измерение коэффициента трансформации

При проведении измерений треугольник на стороне НН был собран.

Таблица 7.2

Режим	$U_{AB}$	$U_{aB}$	$U_{AC}$	$U_{aC}$	$U_{BC}$	$U_{bc}$
НН - $CH_5$	100,04	18,24	100,31	18,05	100,04	18,08
	$K_T = 5,48$		$K_T = 5,56$		$K_T = 5,53$	

Продолжение табл.7.2

Режим	$U_{AB}$	$U_{aB}$	$U_{AC}$	$U_{aC}$	$U_{bc}$	$U_{bc}$
НН – СН <sub>1</sub> (до испытаний)	100,15	16,40	100,28	16,21	100,19	16,26
	$K_T = 6,11$		$K_T = 6,19$		$K_T = 6,16$	
НН – СН <sub>1</sub> (после испытаний)	99,97	16,377	100,39	16,24	100,38	16,292
	$K_T = 6,104$		$K_T = 6,184$		$K_T = 6,161$	
СН <sub>3</sub> – ВН <sub>10</sub>	100,02	33,47	100,17	33,52	100,15	33,52
	$K_T = 2,99$		$K_T = 2,99$		$K_T = 2,99$	
СН <sub>5</sub> - ВН <sub>19</sub>	100,18	37,83	100,35	37,89	100,26	37,86
	$K_T = 2,65$		$K_T = 2,65$		$K_T = 2,65$	

## 7.1.3. Измерение сопротивления обмоток постоянному току

Результаты измерений представлены в табл.7.3

Измерения сопротивления обмоток НН проводились при разомкнутом треугольнике на стороне НН.

Таблица 7.3

Обмотка	Сопротивление фаз, приведенное к 75 <sup>0</sup> С, Ом					
	А-В (а-с)		В-С (в-у)		А-С (в-с)	
	до исп.	после исп.	до исп.	после исп.	до исп.	после исп.
ВН <sub>МИН</sub> (19)	5,796	5,706	5,809	5,706	5,809	5,706
ВН <sub>НОМ</sub> (10)	4,804	4,645	4,804	4,645	4,804	4,645
ВН <sub>МАКС</sub> (1)	5,796	5,706	5,796	5,706	5,796	5,706
СН <sub>МАКС</sub> (1)	0,474	0,475	0,473	0,475	0,474	0,475
СН <sub>НОМ</sub> (3)	0,442	0,442	0,442	0,442	0,442	0,442
СН <sub>МИН</sub> (5)	0,474	0,474	0,474	0,474	0,475	0,475
НН	0,0156	0,0146	0,0153	0,0146	0,0152	0,0146

## 7.1.4. Опыт холостого хода

Опыт проводился пофазно при питании со стороны обмотки НН при собранном треугольнике.

Результаты измерений приведены в табл. 7.4

Таблица 7.4

Питаемые фазы	Закороченная фаза	U, В	I, А	P, Вт	Примечание
а – в	в – с	200,27	0,104	14,48	до испыт.
		200,28	0,123	15,82	после испыт.
в – с	а – с	200,14	0,101	14,13	до испыт.
		200,43	0,118	14,97	после испыт.
а – с	а – в	200,17	0,151	20,00	до испыт.
		200,10	0,170	20,96	после испыт.

**Примечание.** В таблице приведены потери, включающие потери в измерительных цепях и приборах (только для возможности сравнения результатов до и после испытаний).

## 7.1.5. Опыт короткого замыкания на пониженном напряжении

Опыты КЗ проводились пофазно при питании со стороны обмоток НН и СН. Температура окружающего воздуха составила +8<sup>0</sup>С до испытаний и +1<sup>0</sup>С после испытаний. Треугольник на стороне НН разобран.

Результаты измерений представлены в табл.7.5.

Таблица 7.5

Фаза	Режим	U, В	I, А	Z, Ом	P, Вт	Примечание
«А»	НН – CH <sub>1</sub>	11,71	20,32	0,576	13,62	до исп.
		11,61	20,12	0,577	13,19	после исп.
	НН – CH <sub>3</sub>	11,28	20,07	0,562	13,29	до исп.
		11,29	20,04	0,563	13,09	после исп.
	НН – CH <sub>5</sub>	11,30	20,05	0,564	14,38	до исп.
		11,32	20,07	0,564	14,21	после исп.
«С»	CH <sub>5</sub> – BH <sub>19</sub>	96,01	10,03	9,57	59,0	до исп.
		96,26	10,04	9,57	58,0	после исп.
	CH <sub>3</sub> – BH <sub>10</sub>	94,47	10,07	9,38	47,8	до исп.
		94,18	10,04	9,38	46,6	после исп.
«В»	CH <sub>5</sub> – (BH <sub>1</sub> +НН)	37,05	10,07	3,68	29,7	до исп.
		37,02	10,04	3,69	29,1	после исп.
	CH <sub>1</sub> – (BH <sub>19</sub> +НН)	35,68	10,04	3,55	34,1	до исп.
		35,79	10,05	3,56	33,5	после исп.
	CH <sub>5</sub> – BH <sub>1</sub>	83,00	10,07	8,24	40,6	до исп.
		82,77	10,04	8,24	39,6	после исп.
	CH <sub>5</sub> -НН	56,74	10,07	5,63	39,4	до исп.
		56,57	10,03	5,64	38,5	после исп.
	CH <sub>1</sub> -BH <sub>19</sub>	78,30	10,01	7,82	54,6	до исп.
		78,72	10,06	7,83	54,0	после исп.
	CH <sub>1</sub> -НН	70,38	10,00	7,04	46,5	до исп.
		70,50	10,02	7,04	45,8	после исп.

**Примечание.** U, P – напряжения и потери, измеренные в опыте (в таблице приведены потери, включающие потери в измерительных цепях и приборах)

По результатам проведения приёмсдаточных испытаний (на заводе-изготовителе) были рассчитаны напряжения КЗ ( $U_K$ ), значения токов КЗ обмоток и ударные коэффициенты по ГОСТ Р 52719-2007.

Результаты расчета параметров КЗ представлены в табл. 7.6

Таблица 7.6

Наименование параметра	Единица измерения	Значение параметров в режиме					
		НН – CH <sub>5</sub>	НН – CH <sub>1</sub>	CH <sub>3</sub> – BH <sub>10</sub>	CH <sub>5</sub> – BH <sub>19</sub>	CH <sub>5</sub> – (BH <sub>1</sub> +НН)	CH <sub>1</sub> – (BH <sub>19</sub> +НН)
$Z_r + Z_{ш}$	Ом	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
$Z_{пт}$	Ом	-	-	0,044	0,044	0,044	0,044
$Z_T$	Ом	0,561	0,583	9,357	8,536	3,677	3,614
$U_K$	%	6,87	7,14	10,10	10,21	12,71	8,58
$I_{квн}$	кА	-	-	0,763	0,909*	0,341	0,613*
$I_{кcn}$	кА	2,526	2,285	2,279	2,399	3,536	3,199
$I_{кнн}$	кА	8,081	8,081	-	-	7,320	6,132
$K_{уд}$	-	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55
$I_{удвн}$	кА	-	-	1,946	2,317*	0,870	1,564*
$I_{удcn}$	кА	6,441	5,827	5,811	6,117	9,017	8,157
$I_{уднн}$	кА	20,607	20,607	-	-	18,666	15,637
$U_T$	кВ	4,53	4,71	21,32	19,45	13,00	11,56
$U_r$	кВ	5,74	5,90	10,80	10,46	7,49	6,68

\* - значение скорректировано по согласованию с заказчиком.

## 7.2. Испытания на стойкость при КЗ

Трансформатор типа ТДТН-16000/110-У1 испытывался в 6-ой испытательной спец. камере при питании со стороны НН и СН и закорачивании всех трех фаз обмоток СН и ВН с «нулем» (в зависимости от режима).

На трансформаторе были проведены следующие опыты:

Таблица 7.7

№ опыта	Фаза	Режим	Длительность опыта, с
1-4	«А»	НН-СН5мин	0,5
5	«С»	СН1макс-НН (по согласованию с заказчиком)	0,5
6-9	«С»	СН3ном-ВН10ном	0,5
10	«С»	СН5мин-ВН19мин	0,5
11-14	«В»	СН5мин-(ВН1макс+НН)	0,5
15	«В»	СН1макс-(ВН19мин+НН)	0,5

Результаты обработки осциллограмм зачетных опытов и изменения  $Z_T$  приведены в таблицах 7.8.+7.11.

Осциллограммы зачетных опытов КЗ приведены на рис.9.1+9.15.

После испытаний на заводе-изготовителе была проведена разборка трансформатора со снятием обмоток (см. Приложение №1). Фотографии обмоток представлены на рис. 8.2+8.21.

На основании результатов разборки и осмотра активной части трансформатора ТДТН-16000/100-У1 после испытаний на стойкость при КЗ на заводе изготовителе была выполнена корректировки КД (см. Приложение №2).

Результаты обработки осциллограмм зачетных опытов  
Фаза «А», режим НН-СН<sub>5</sub>

Таблица 7.8

№ опыта	№ осциллограммы	Режим испытаний	Токи обмотки НН, кА		Токи обмотки СН, кА		Напряжение, кВ $U_{AB}$	Длительность опыта, с	Примечание (замеры $Z_k$ во время смены)
			$I_{уд}$ Iк	$I_{уд \cdot 100}$ Iрасч. %	$I_{уд}$ Iк	$I_{уд \cdot 100}$ Iрасч. %			
1	137982	НН-СН <sub>5</sub>	$\frac{21,77}{7,79}$	105,6	$\frac{6,51}{2,49}$	101,1	4,40	0,5	$Z_T$ – не изменилось
2	137983		$\frac{20,43}{7,76}$	99,1	$\frac{6,39}{2,49}$	99,2	4,41	0,5	$Z_T$ – не изменилось
3	137984		$\frac{20,27}{7,70}$	98,4	$\frac{6,39}{2,48}$	99,2	4,38	0,5	$Z_T$ – не изменилось
4	137985		$\frac{20,27}{7,73}$	98,4	$\frac{6,36}{2,48}$	98,7	4,38	0,5	$Z_T$ – не изменилось

Фаза «С», режим НН-СН<sub>1</sub>

Таблица 7.9

5	138006	Опыт провели на Фазе «С» СН <sub>1</sub> -НН	$\frac{20,61}{8,08}$	100,0	$\frac{5,81}{2,30}$	99,7	16,3	0,5	Z <sub>T</sub> – возросло на 0,3%
---	--------	--	----------------------	-------	---------------------	------	------	-----	-----------------------------------

## Фаза «С», режим СН-ВН

Таблица 7.10

№ опыта	№ осциллограммы	Режим испытаний	Токи обмотки СН, кА		Токи обмотки ВН, кА		Напряжение, кВ U <sub>AB</sub>	Длительность опыта, с	Примечание
			$\frac{I_{уд}}{I_k}$	$\frac{I_{уд} \cdot 100}{I_{расч.}}$ %	$\frac{I_{уд}}{I_k}$	$\frac{I_{уд} \cdot 100}{I_{расч.}}$ %			
1	137991	СН <sub>3</sub> -ВН <sub>10</sub>	$\frac{5,71}{2,32}$	98,3	$\frac{1,94}{0,75}$	98,8	21,6	0,5	Z <sub>T</sub> – не изменилось
2	137992		$\frac{5,82}{2,28}$	100,1	$\frac{1,95}{0,76}$	100,2	21,7	0,5	Z <sub>T</sub> – не изменилось
3	137993		$\frac{5,89}{2,35}$	101,3	$\frac{2,00}{0,76}$	102,7	21,7	0,5	Z <sub>T</sub> – не изменилось
4	137994		$\frac{5,85}{2,28}$	100,7	$\frac{1,91}{0,75}$	98,0	21,2	0,5	Z <sub>T</sub> – не изменилось
5	137997	СН <sub>5</sub> -ВН <sub>19</sub>	$\frac{5,99}{2,43}$	97,9	$\frac{2,21}{0,88}$	101,1	22,8	0,5	Z <sub>T</sub> – не изменилось

## Фаза «В», режим СН-(ВН+НН)

Таблица 7.11

№ опыта	№ осциллограммы	Режим испытаний	Токи обмотки СН, кА		Токи обмотки ВН, кА		Токи обмотки НН, кА		Напряжение, кВ U <sub>AB</sub>	Длительность опыта, с	Примечание
			$\frac{I_{уд}}{I_k}$	$\frac{I_{уд} \cdot 100}{I_{расч.}}$ %	$\frac{I_{уд}}{I_k}$	$\frac{I_{уд} \cdot 100}{I_{расч.}}$ %	$\frac{I_{уд}}{I_k}$	$\frac{I_{уд} \cdot 100}{I_{расч.}}$ %			
1	137999	СН <sub>5</sub> -(ВН <sub>1</sub> +НН)	$\frac{8,83}{3,51}$	97,9	$\frac{0,89}{0,35}$	101,8	$\frac{18,67}{7,38}$	100,0	13,2	0,5	Z <sub>T</sub> – не изменилось
2	138000		$\frac{8,92}{3,51}$	99,0	$\frac{0,89}{0,35}$	102,8	$\frac{18,81}{7,41}$	100,7	13,2	0,5	Z <sub>T</sub> – не изменилось
3	138001		$\frac{8,83}{3,51}$	97,9	$\frac{0,89}{0,35}$	102,2	$\frac{18,64}{7,38}$	99,9	13,2	0,5	Z <sub>T</sub> – не изменилось
4	138002		$\frac{8,88}{3,51}$	98,4	$\frac{0,89}{0,35}$	102,2	$\frac{18,74}{7,42}$	100,9	13,3	0,5	Z <sub>T</sub> – не изменилось
5	138004	СН <sub>1</sub> -(ВН <sub>19</sub> +НН)	$\frac{8,03}{3,25}$	98,4	$\frac{1,49}{0,60}$	95,3	$\frac{16,50}{6,68}$	105,5	11,8	0,5	Z <sub>T</sub> – не изменилось

Результаты испытаний трансформатора типа ТДТН-16000/110-У1 – **положительные.**

Образец трансформатора масляного трёхфазного трехобмоточного типа ТДТН-16000/110-У1 зав. № 2104TDS004, **соответствует** требованиям ГОСТ Р 52719-2007 п.6.4.1 в части стойкости при коротких замыканиях.

8. ФОТОГРАФИИ

Трансформатор ТДН-16000/110 У1, зав. № 2104TDSO04 во время испытаний

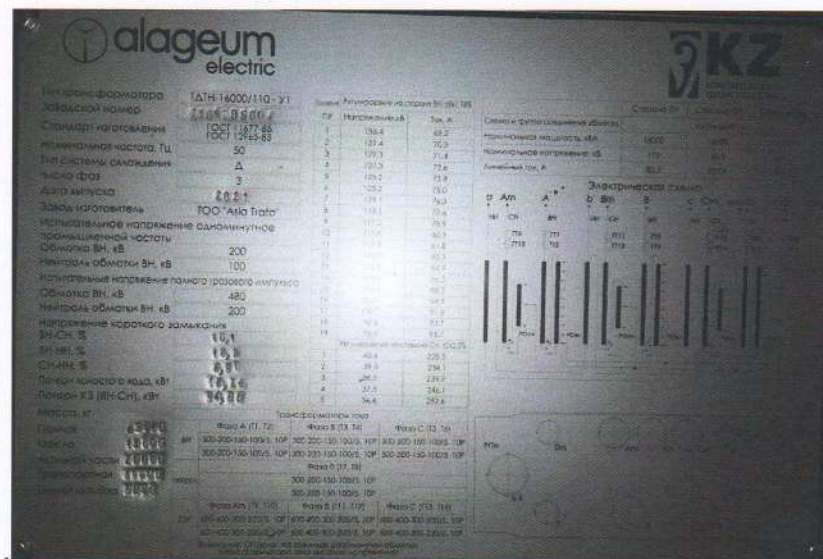


Рис. 8.1

Общий вид активной части во время проведения ревизии



Рис. 8.2



Рис. 8.3



Блоки обмоток РО

Фаза «А»



Рис. 8.4

Фаза «В»



Рис. 8.5

Фаза «С»



Рис. 8.6

Обмотки ВН

Фаза «А»



Рис. 8.7

Фаза «В»



Рис. 8.8

Фаза «С»



Рис. 8.9

Обмотки СН

Фаза «А»



Рис. 8.10

Фаза «В»



Рис. 8.11

Фаза «С»



Рис. 8.12

Обмотка НН Фаза «А»



Рис. 8.13



Рис. 8.14



Рис. 8.15

Деформация отводов фаза «А» (обмотка НН)



Рис. 8.16

Смещение прокладок под верхнем прессующим кольцом фазы «С»

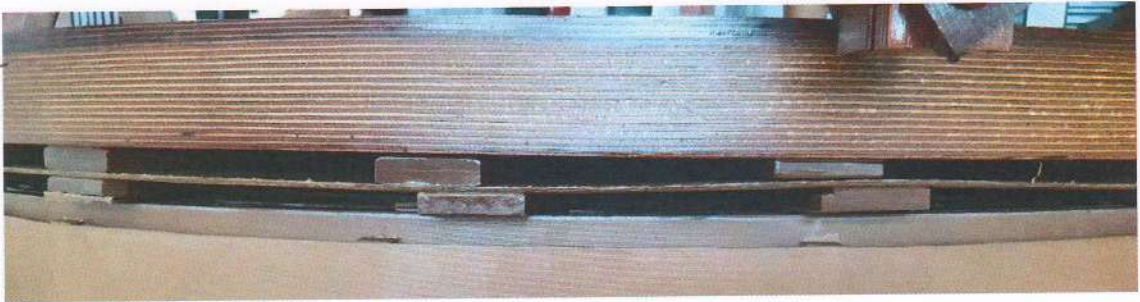


Рис. 8.17

Отклеившиеся прокладки от изоляционных картонных колец фазы «С»



Рис. 8.18

Окружное смещение реек блока обмоток  $PO_{ВН}$  -  $PO_{СН}$

Фаза «А»



Рис. 8.19

Фаза «В»



Рис. 8.20

Фаза «С»



Рис. 8.21

СХЕМЫ ИСПЫТАНИЙ

Схема испытания и измерения Фаза «А» Режим НН – СН

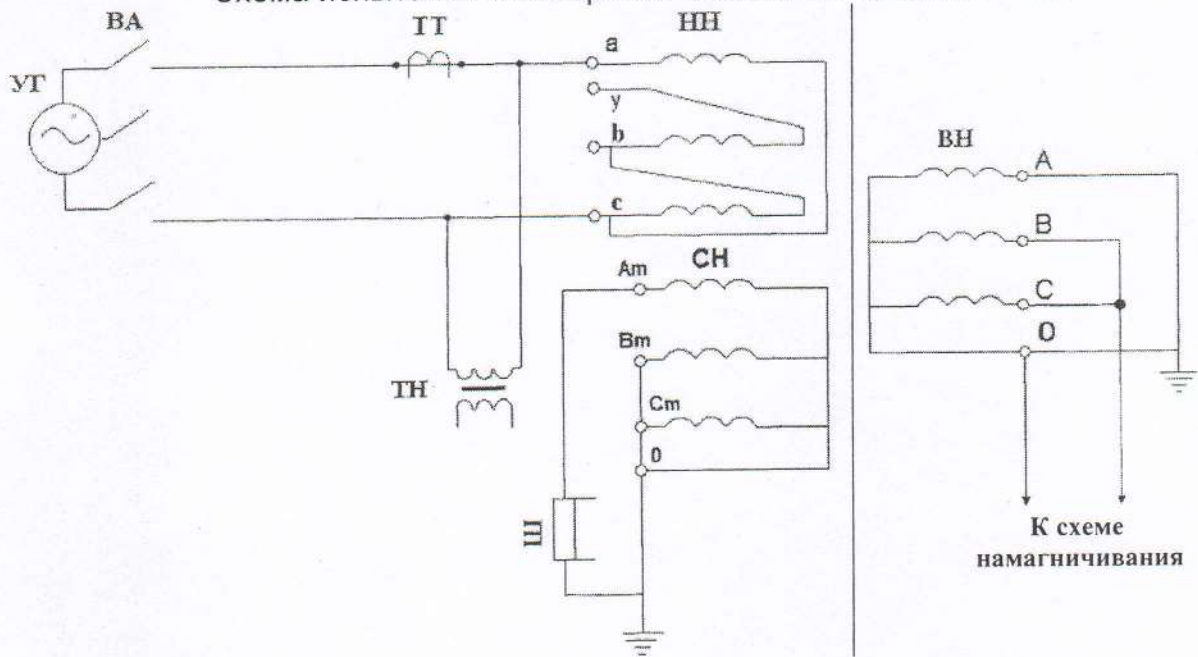


Схема испытания и измерений Фаза «С» Режим СН-ВН

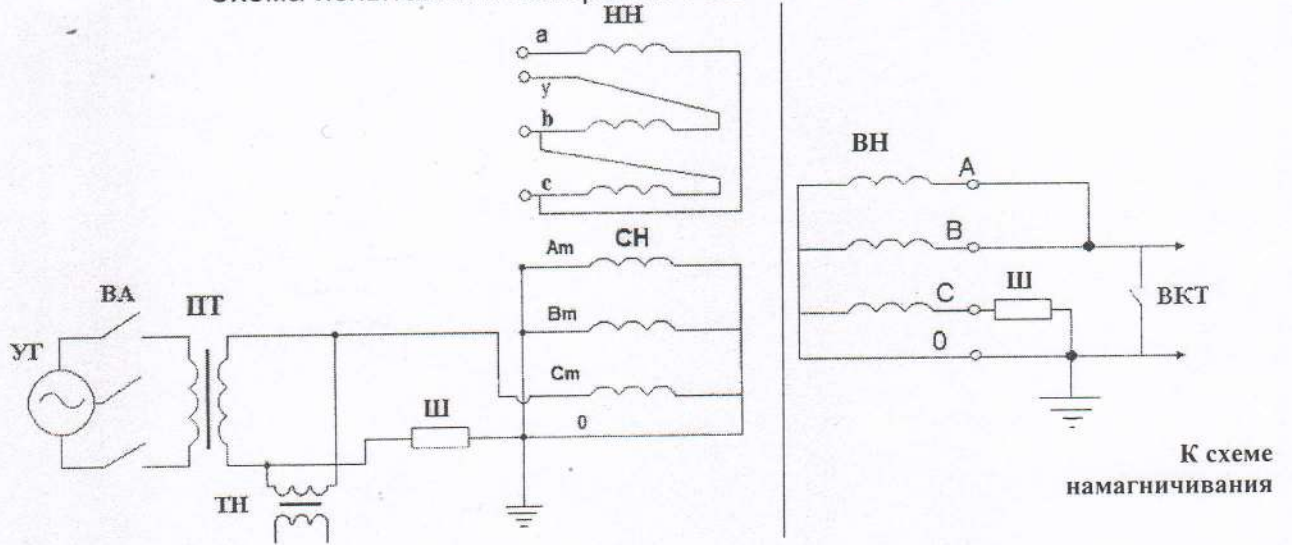


Схема испытаний и измерений Фаза «В» Режим СН-(ВН+НН)

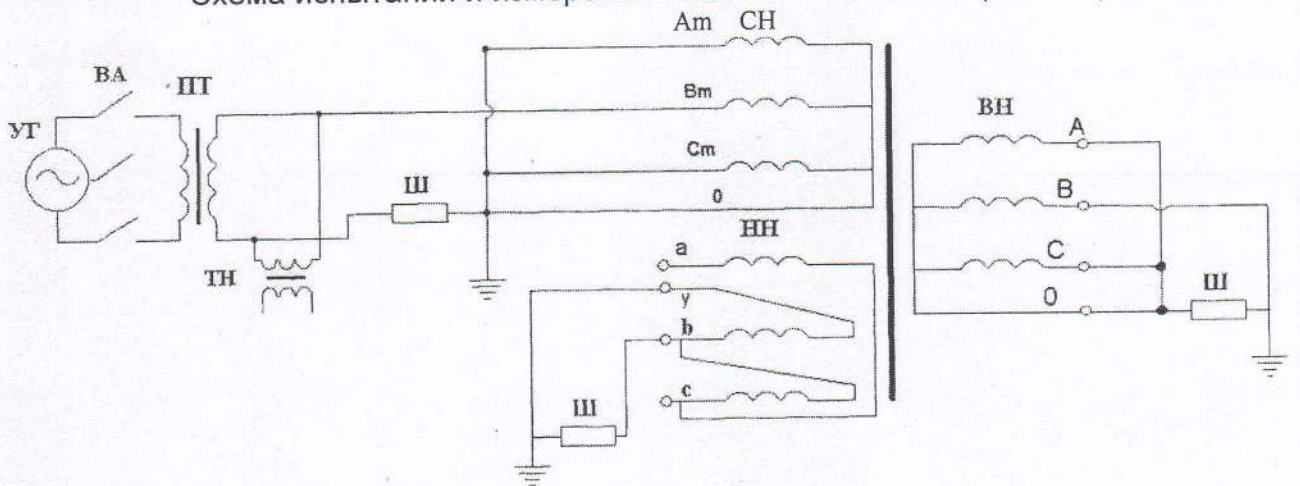
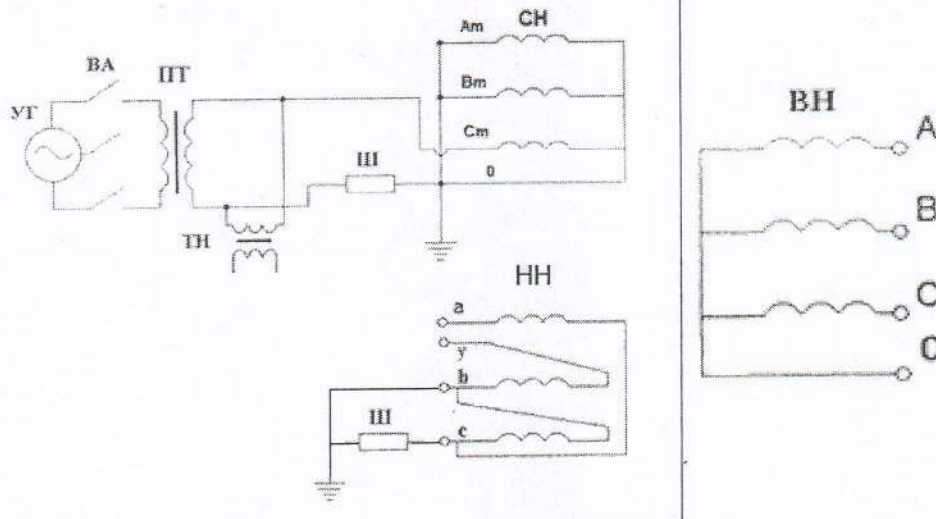


Схема испытаний и измерений Фаза «С» Режим  $СН_{МАКС}-НН$ 

- УГ - ударный генератор;  
 ВА - включающий аппарат;  
 ТН - измерительный трансформатор напряжения;  
 Ш - шунт;  
 ТТ - измерительный трансформатор тока;  
 ВКТ - короткозамыкатель (выключатель ВАШ - 10);  
 ВН, СН, НН - обмотки испытуемого трансформатора  
 ПТ - промежуточный трансформатор

Рис 8.22



## 9. ОСЦИЛЛОГРАММЫ

Осциллограмма № 137982

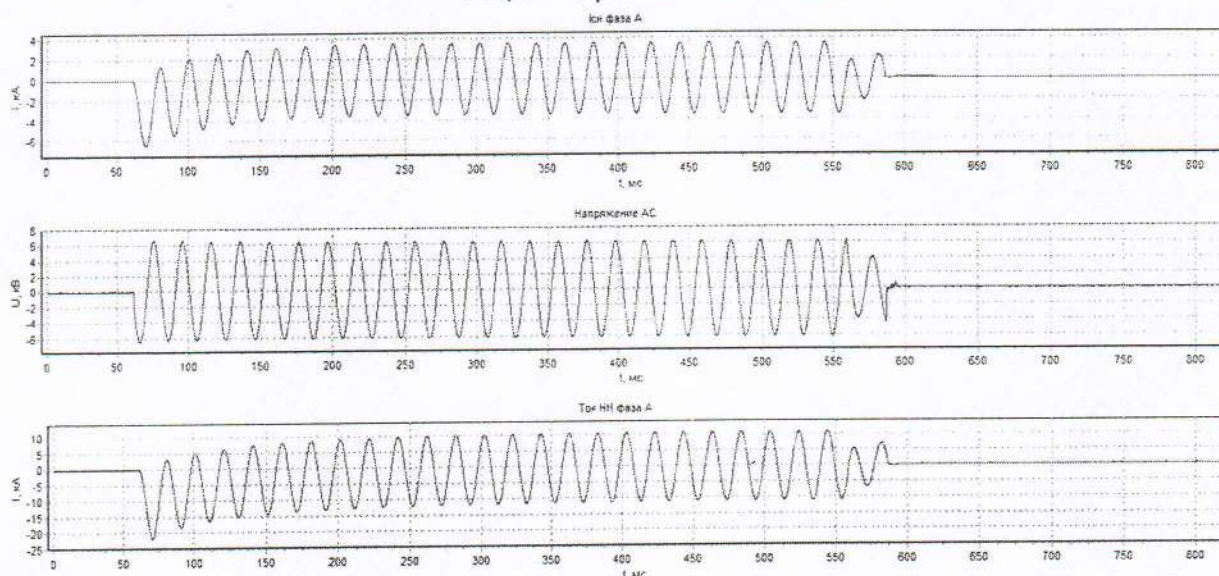
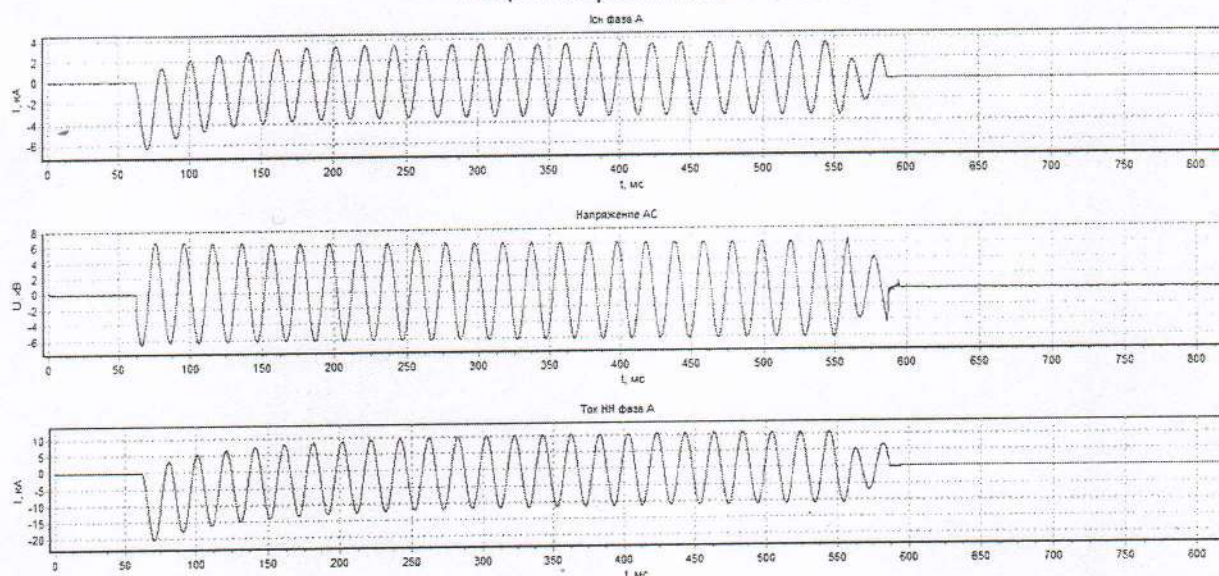
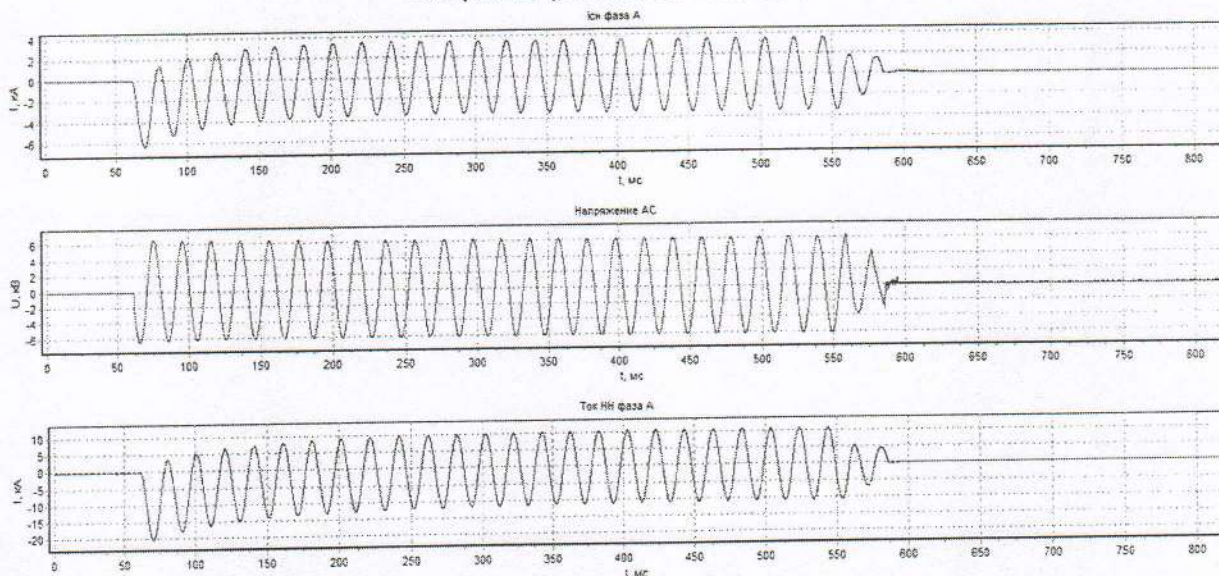
Рис. 9.1  
Осциллограмма № 137983Рис. 9.2  
Осциллограмма № 137984

Рис. 9.3

Осциллограмма № 137985

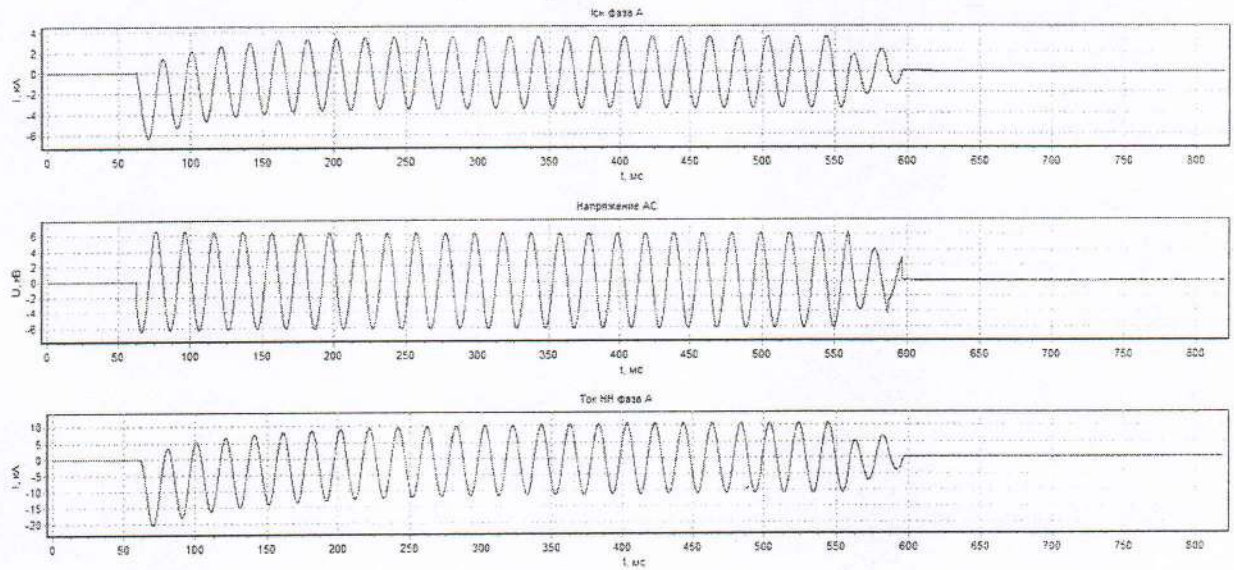


Рис. 9.4  
Осциллограмма № 138006

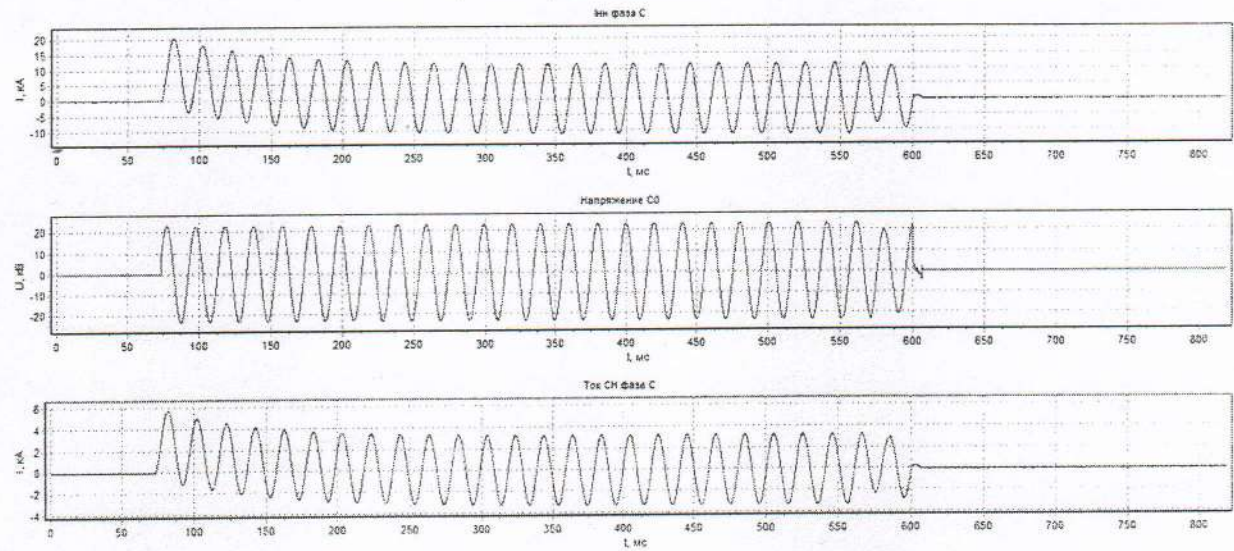


Рис. 9.5  
Осциллограмма № 137991

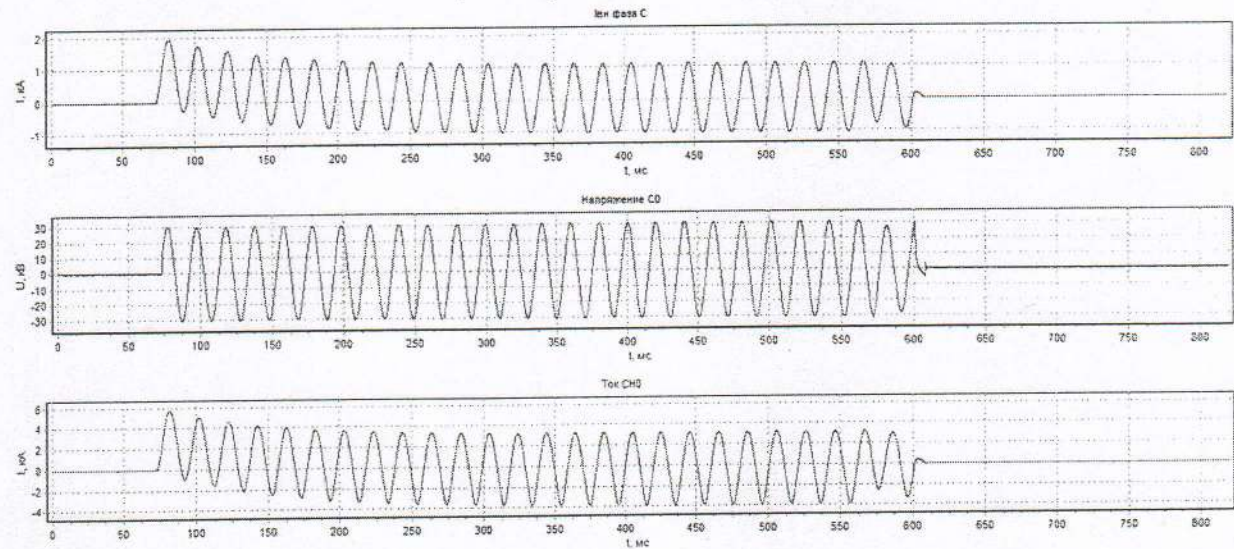


Рис. 9.6

Осциллограмма № 137992

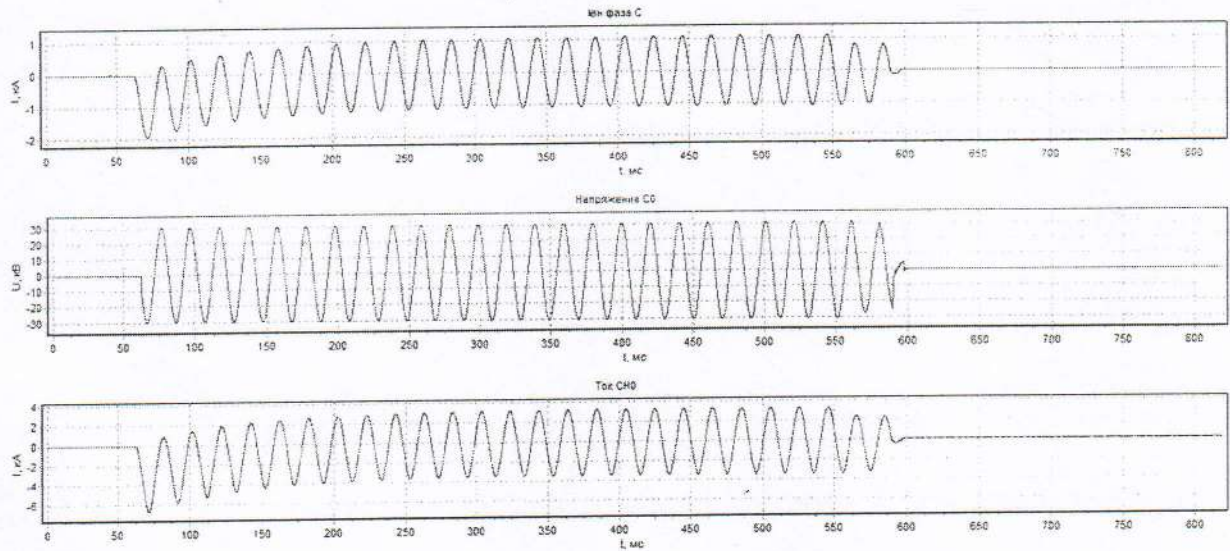


Рис. 9.7  
Осциллограмма № 137993

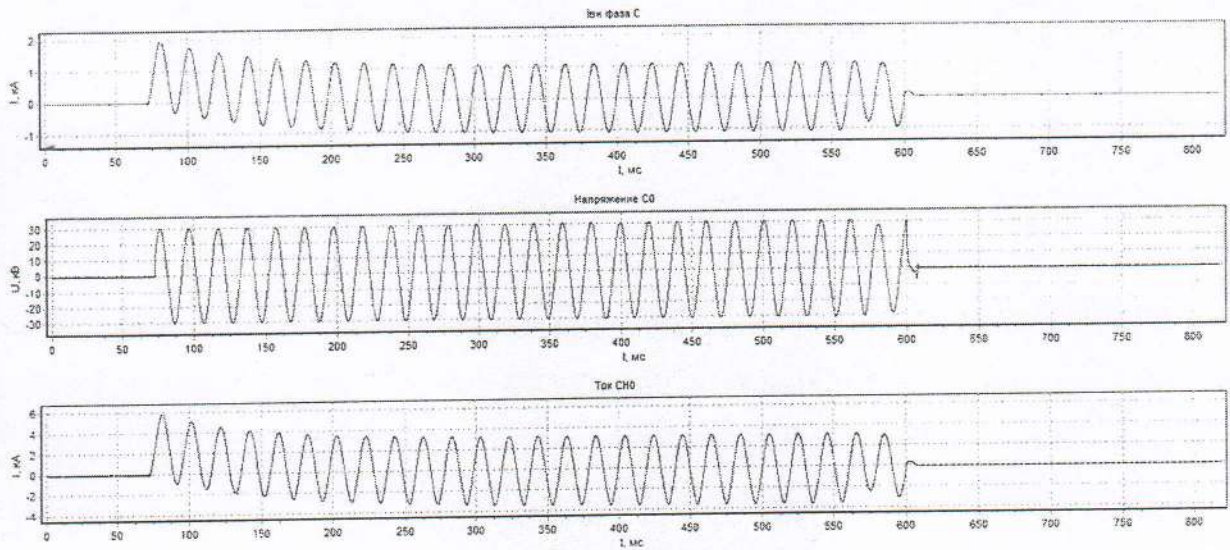


Рис. 9.8  
Осциллограмма № 137994

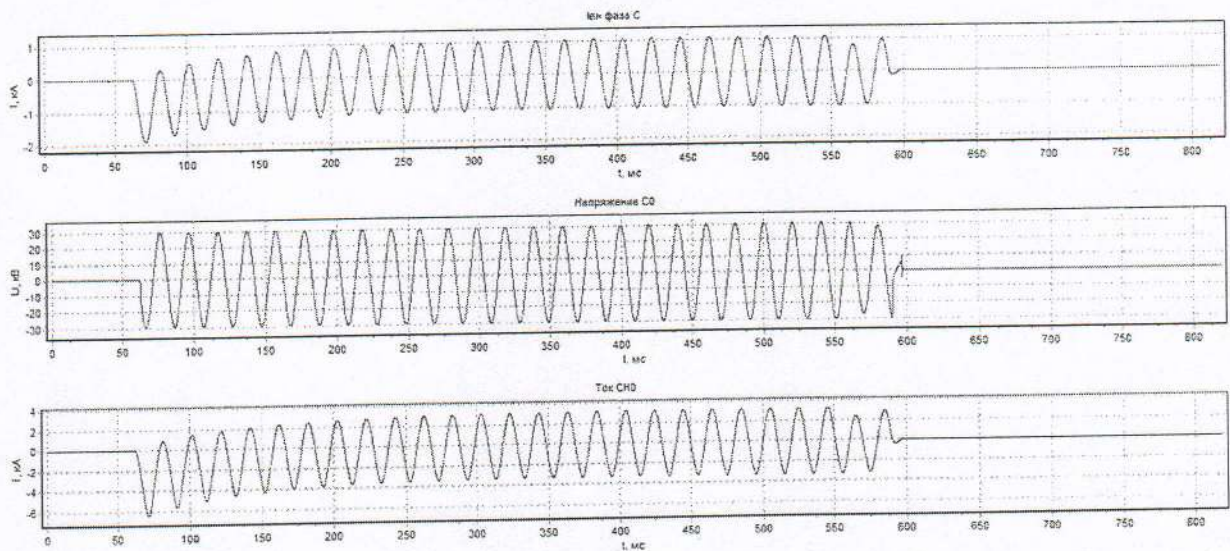


Рис. 9.9

## Осциллограмма № 137997

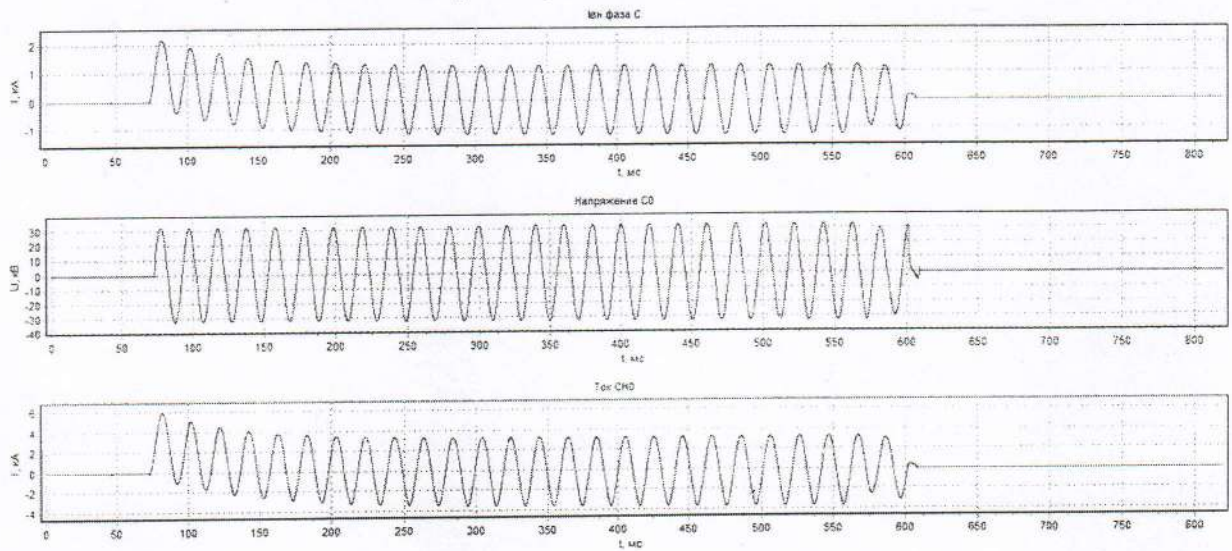


Рис. 9.10

## Осциллограмма № 137999

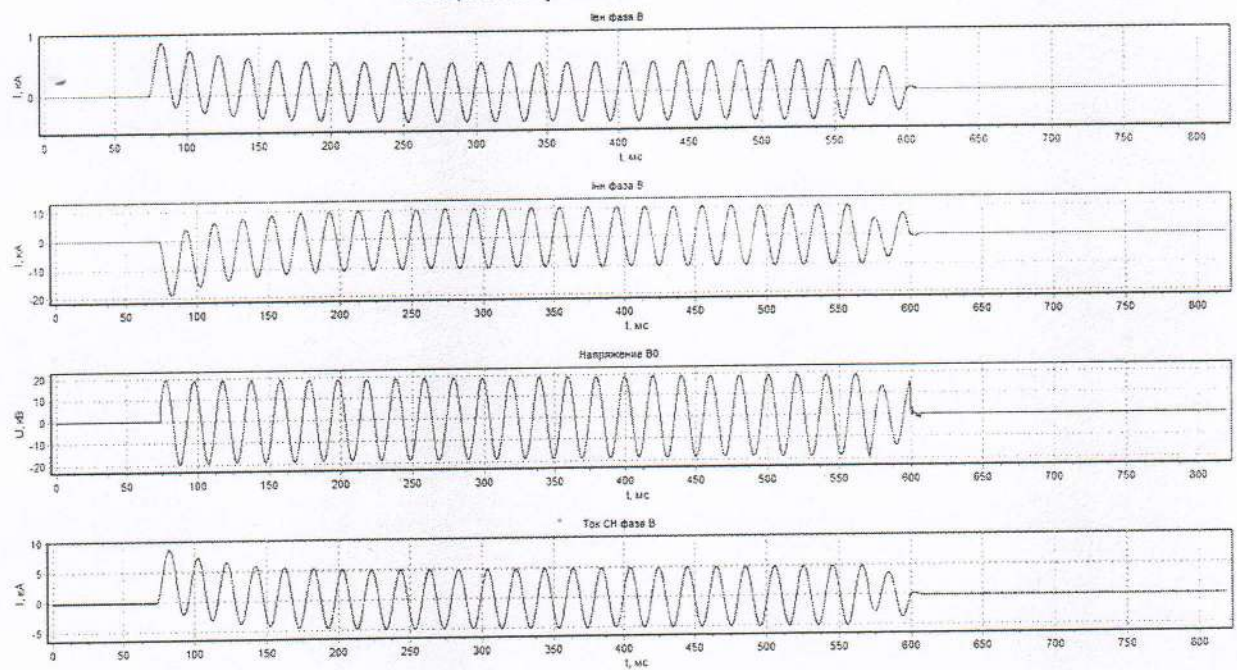


Рис. 9.11

Осциллограмма № 138000

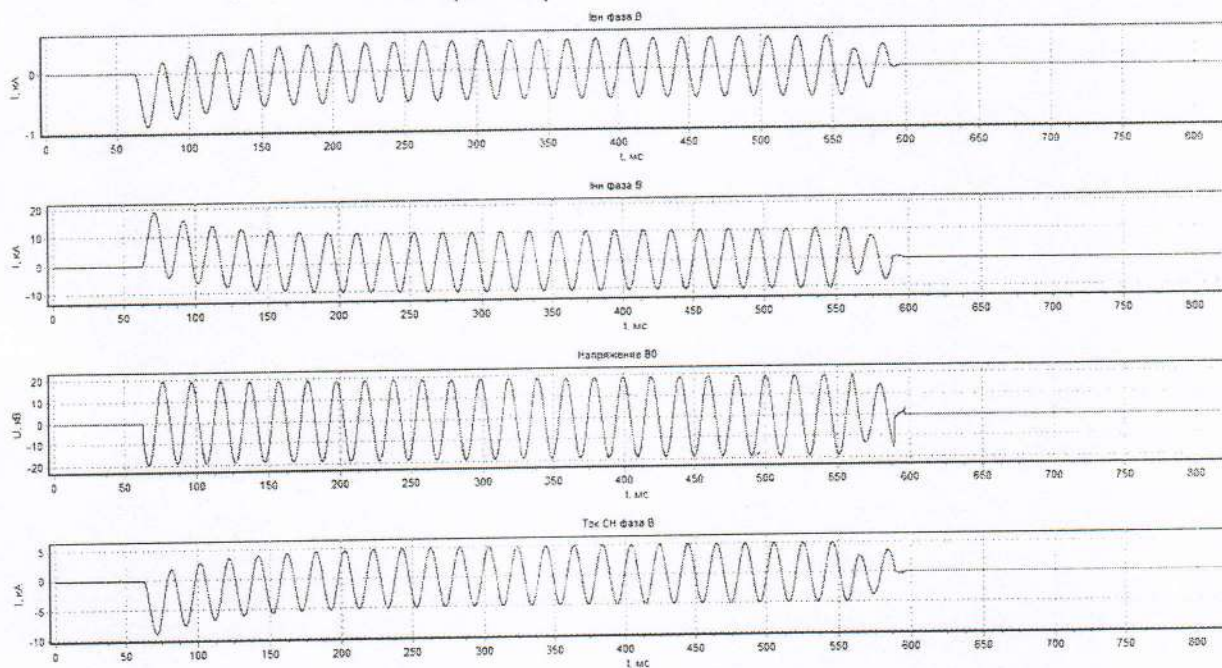


Рис. 9.12

Осциллограмма № 138001

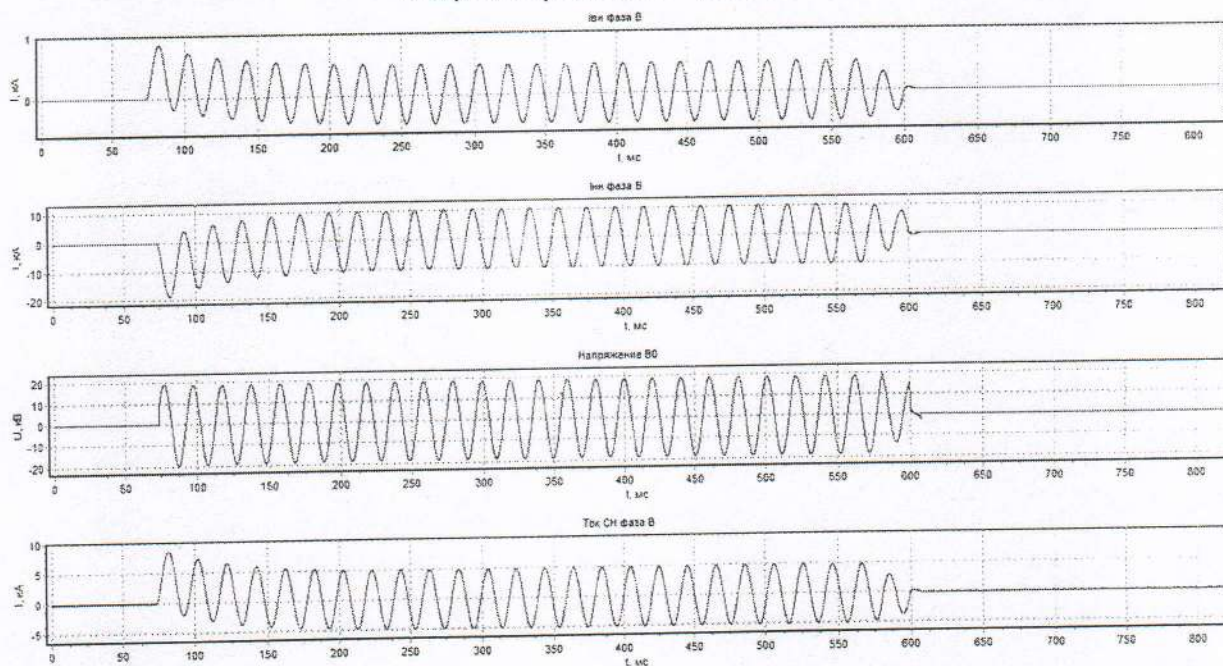


Рис. 9.13

Осциллограмма № 138002

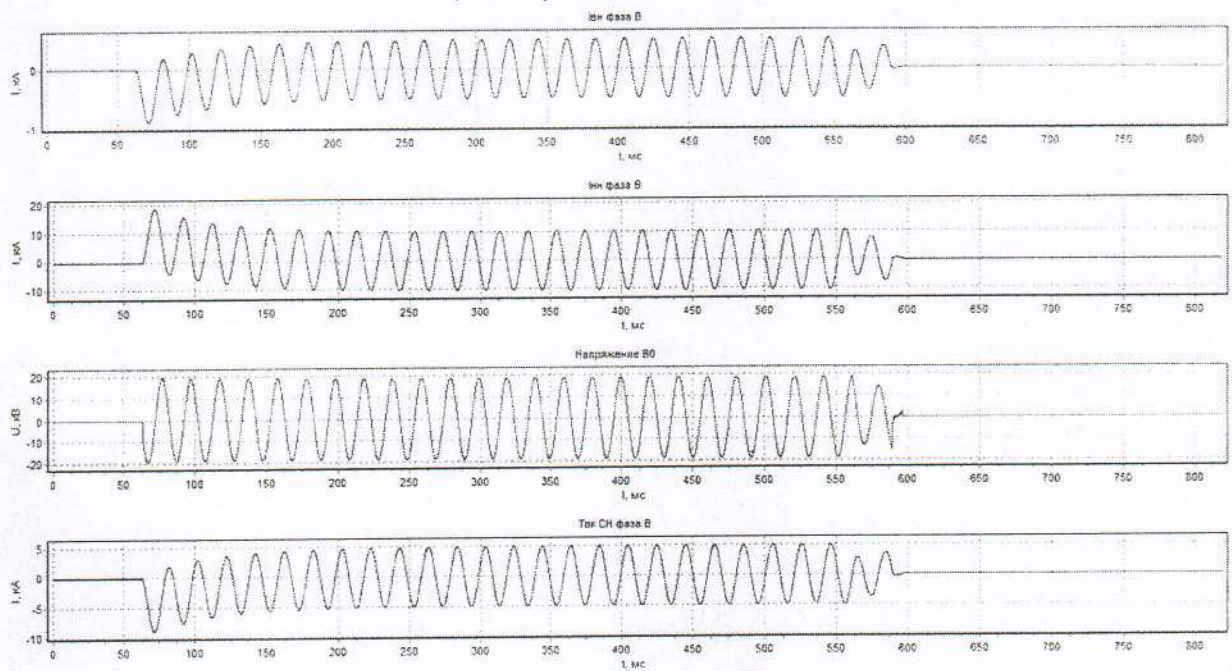


Рис. 9.14

Осциллограмма № 138004

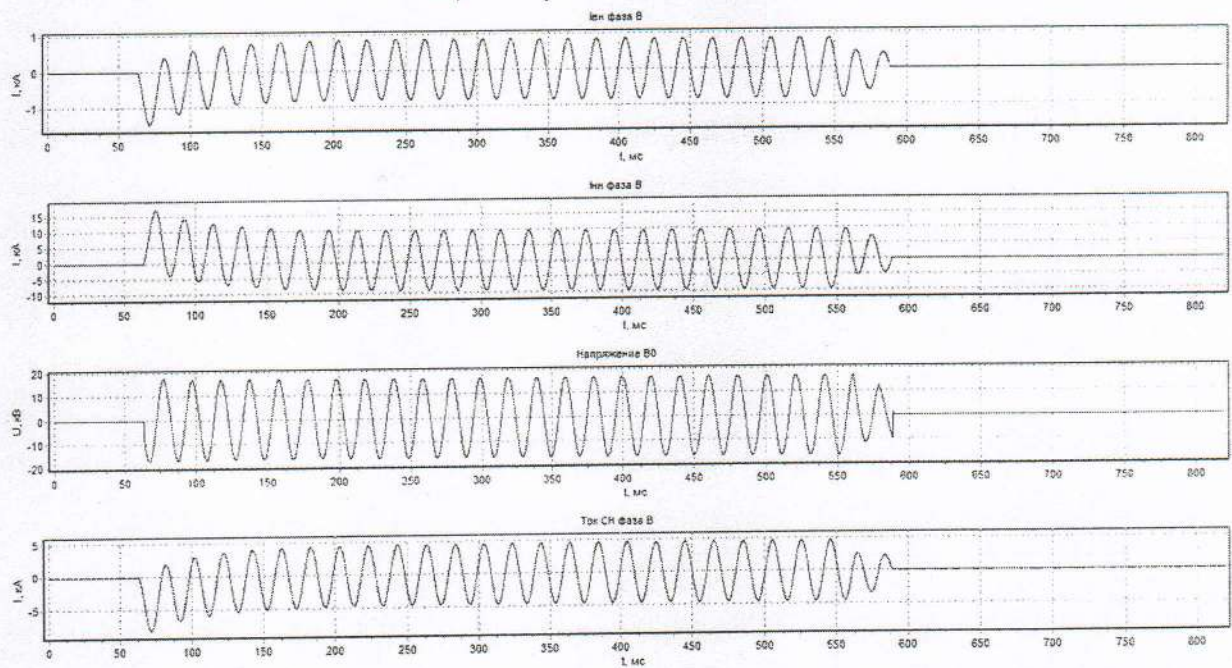


Рис. 9.15

## 10. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Образец трансформатора силового трёхобмоточного масляного типа ТДТН-16000/110 У1, зав. № 2104TDS004, код ОКПД2 27.11.4, выпускаемый ТОО «Asia Trafo» по ТУ 0621.1700 АТ испытан в соответствии с методами ГОСТ Р 52719-2007 п.10 (табл.11, п.13), ГОСТ 20243-84 и требованием ГОСТ Р 52719-2007 п.6.4.1 в части стойкости при коротких замыканиях.

## 11. НОРМАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ

11.1. ГОСТ Р 52719-2007. Трансформаторы силовые. Общие технические условия.

11.2. ГОСТ 3484.1-88. Трансформаторы силовые. Методы электромагнитных испытаний.

11.3. ГОСТ 20243-74. Трансформаторы силовые. Методы испытаний на стойкость при коротком замыкании.

Исполнители:

Зав. ЛЭМП

  
\_\_\_\_\_ подпись

О.Б. Сундатов

СОГЛАСОВАНО:

Ответственное лицо  
за фонд нормативных документов

  
\_\_\_\_\_ подпись

Т.Б. Красненкова

Ответственное лицо  
за метрологическое обеспечение испытаний

  
\_\_\_\_\_ подпись

Э.О. Ильин

## 12. ПРИЛОЖЕНИЕ №1

*Акт разборки и комиссионного осмотра активной части трансформатора  
ТДТН-16000/110-У1 зав. № 2104TDS004  
после испытаний на стойкость при коротких замыканиях.*

Разборка трансформатора ТДТН-16000/110-У1 зав. № 2104TDS004 после испытаний на стойкость при коротких замыканиях проводилась на территории ТОО "Asia Trafo" с онлайн трансляцией хода проведения разборки.

Осмотр проводился в период с 14.01.2022 г. по 18.01.2022 г. комиссией в составе:

- Технического директора ТОО "Asia Trafo" - Тажибаева А.А.
- Главного технолога ТОО "Asia Trafo" - Копес Е.А.
- Ведущего инженера-конструктора ТОО "Asia Trafo" - Атеева Д.Т.
- Мастера сборочного участка ТОО "Asia Trafo" - Казиметова А.Н.
- Заведующего ЛЭМП ИЦ ВА АО «НТЦ ФСК ЕЭС» - Суидатова О.Б.

Комиссионный осмотр был проведен в части:

- осмотр трансформатора в транспортном состоянии (проверка контрольной пломбы – пломба не нарушена);
- подъём колокола бака и осмотр активной части (до распрессовки обмоток);
- проверка усилий прессовки;
- снятие и осмотр обмоток.

1. Результаты внешнего осмотра активной части до распрессовки (14.01.2022г.):

1.1. Повреждения и деформации магнитной системы, прессующей системы не обнаружены.

1.2. Обнаружены следующие деформации:

- смещение прокладок под верхнем прессующим кольцом фазы «С» без потери площади опоры.
- верхние горизонтальные отводы фазы «А» обмотки НН в пролёте между 3 и 4 планками имеют изгибную деформацию.

2. Распрессовка проводилась пофазно (фаза «В», фаза «С», фаза «А»). Зафиксированы следующие значения давления на верхние прессующие кольца:

- фаза «В» - 230 bar;
- фаза «С» - 250 bar;
- фаза «А» - 280 bar.

Перед испытаниями давление на всех фазах было 260 bar, что соответствует силе прессовки 450 кН. Снижение сил прессовки после испытаний не превысило 40%.



3. Результаты разборки и осмотра активной части (17.01.2021 и 18.01.2022):

3.1. После расшихтовки верхнего ярма и демонтажа прессующих колец деформаций верхней изоляции обмоток не обнаружено.

3.2. При снятии изоляционных картонных колец обнаружено, что отклеились нижние прокладки: на фазе «С» - шесть штук, на фазе «В» - три штуки, на фазе «А» - одна штука.

3.3. После демонтажа верхней изоляции зафиксировано, что торцы обмоток находятся на одном уровне, перекосов и смещений не имеют.

3.4. При осмотре блока обмоток РО<sub>ВН</sub> - РО<sub>СН</sub> на всех фазах отмечено окружное смещение реек без потери площади опоры. Доступная для осмотра обмотка РО<sub>ВН</sub> (всех фаз) деформаций и повреждений не имеет. Внутренний жесткий цилиндр блока не поврежден. Осмотр обмотки РО<sub>СН</sub> не проводился.

3.5. При осмотре обмоток ВН деформаций и повреждений не обнаружено.

3.6. При осмотре обмоток СН деформаций и повреждений не обнаружено.

3.7. При осмотре обмоток НН деформаций и повреждений не обнаружено.

От ТОО «Asia Traco»:

Технический директор

Тажобаев А.А.

Главный технолог

Копес Е.А.

Ведущий инженер-конструктор

Атеев Д.Т.

Мастер сборочного участка

Казиметов А.Н.


От ИЦ ВА АО «НТЦ ФСК ЕЭС»:

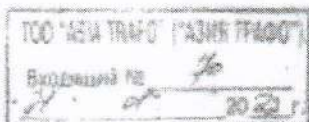
Заведующий ЛЭМП

Сундатов О.Б.

## 13. ПРИЛОЖЕНИЕ №2

Главный технолог	X
Исполнительный цех	X
Сборочный цех	X

  
 Генеральный Директор  
 ТОО «Asia Trafco»  
 Асламов О.Б.  
 Дата: «\_\_» \_\_\_\_ 2022г.




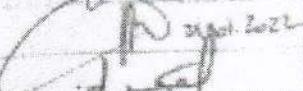

Служебная записка № 16 от 21 января 2022г.

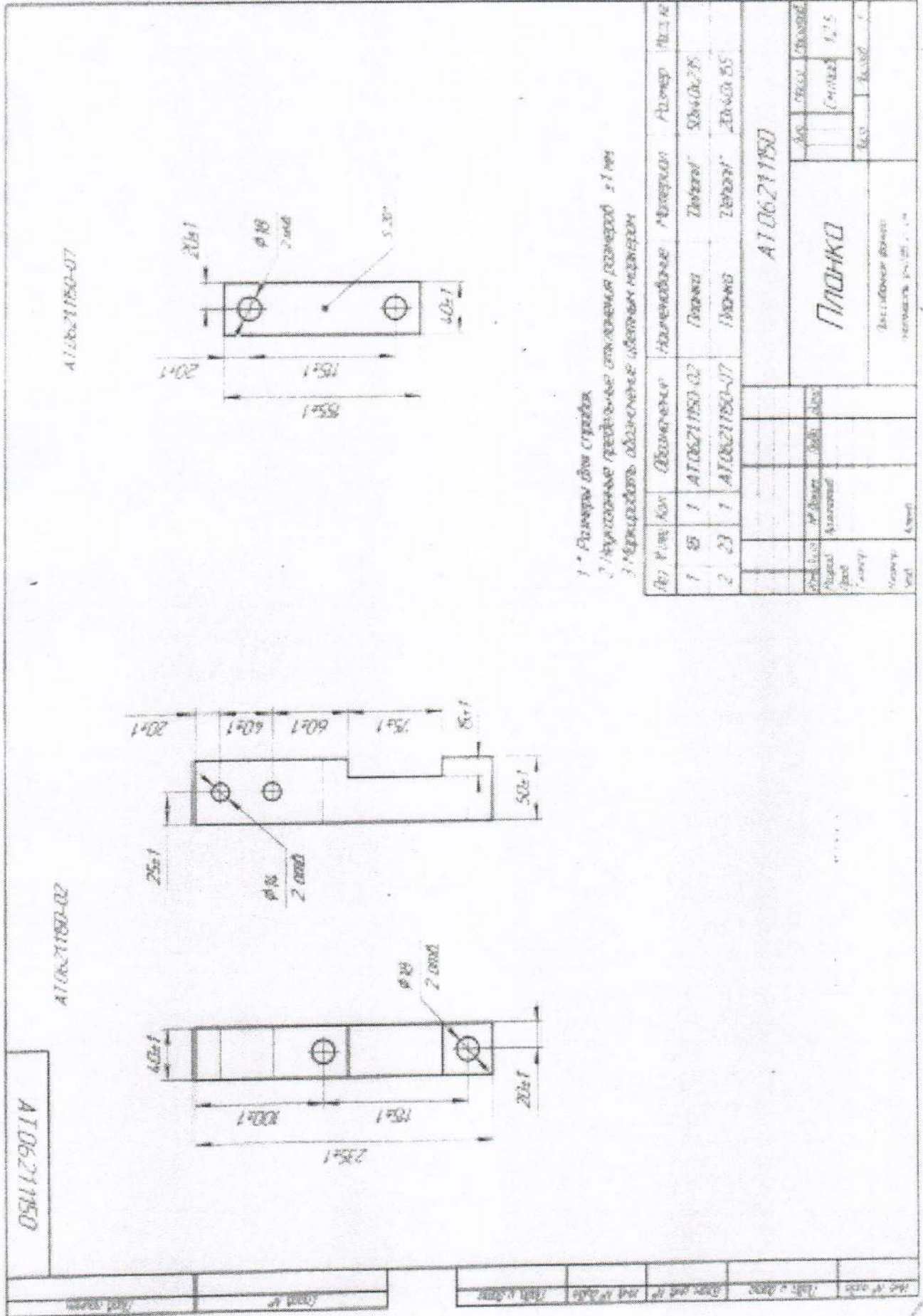
Для усиление конструкции отводов трансформатора ГДТН-16000/110 зав. № 21/04TDS004 Протокол, прому изоляционный цех дополнительно изготовить детали согласно следующему перечню:

1. Планка АГ 0621.1150-02; 1 шт.
2. Планка АГ 0621.1150-07; 1 шт.

Сборочному цеху установить планки согласно измененным чертежам отводов.

Чертежи прилагаются

Должность	Подпись	Ф.И.О.
Технический директор		Ташибаяев А.А.
Ведущий инженер-конструктор		Атеев Д.Т.
Инженер-конструктор (исполнитель)		Арзаматов Е.Э.



1. Размеры для справок
2. Максимальные предельные отклонения размеров ±1 мм
3. Максимальная допустимая шероховатость поверхностей

№	№ инв.	Кол.	Обозначение	Наименование	Материал	Измерен	Шкала	Плюс	Минус
1	18	1	AT0621150-02	Полка	150-НВ	20-00-25	50х0,25		
2	23	1	AT0621150-01	Полка	150-НВ	20-00-25	50х0,25		

AT0621150		№	№	№
		№	№	№
		№	№	№
		№	№	№

**Полка**

Изготовитель: ООО «НТЦ ФСК ЕЭС»