

## Опорные трансформаторы тока классов напряжения 35 и 110 кВ с литой изоляцией для открытых распределительных устройств

*Главный конструктор  
ОАО «Свердловский завод  
трансформаторов тока»,  
к.т.н.Эткинд Л.Л.*

Во второй половине 90-х годов XX века в ОАО «Свердловский завод трансформаторов тока» (ОАО «СЗТТ») разработаны и освоены в промышленном производстве опорные трансформаторы тока типа ТОЛ-35 класса напряжения 35 кВ на наибольшее рабочее напряжение 40,5 кВ для открытых распределительных устройств (ОРУ). Данные трансформаторы имеют литую изоляцию, устойчивую к воздействию таких факторов как влага, загрязнение, солнечная радиация.

Промышленное производство трансформаторов тока ТОЛ-35 начато в 1999 году.

На рисунке 1 приведён общий вид трансформатора ТОЛ-35 на номинальные первичные токи 1000-3000 А, на рисунке 2 - трансформатора ТОЛ-35 на номинальные первичные токи 15-800 А, на рисунках 3 и 4 – габаритные, присоединительные, установочные размеры и масса трансформаторов, в таблице 1 – конструктивные исполнения трансформаторов, в таблицах 2 и 3 - их основные технические характеристики.

Таблица 1

<b>Наименование параметра</b>	<b>Норма для конструктивного исполнения</b>	
	II	III
Номинальное напряжение, кВ	35	
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	40,5	
Номинальная частота, Гц	50	
Число вторичных обмоток, шт.	3	
Класс точности вторичной обмотки:		
для измерений	0,5S	
для защиты	10P/10P	
Номинальная нагрузка вторичной обмотки при $\cos\varphi = 0,8$ ; В·А:		
для измерений	30	
для защиты	30	50
Коэффициент безопасности приборов	5	

обмотки для измерений, не более	
Номинальная предельная кратность обмоток для защиты, не менее:	20

Примечание - по согласованию с заказчиком трансформаторы могут выпускаться с классом точности обмотки для измерений 0,2 или 0,2S.

Таблица 2

<i>Конструктивное исполнение трансформатора</i>	<i>Номинальный первичный ток, А</i>	<i>Наибольший рабочий первичный ток, А</i>	<i>Номинальный вторичный ток, А</i>	<i>Трехсекундный ток термической стойкости, кА</i>	<i>Ток электродинамической стойкости, кА</i>
II	15	16	5	0,7	3
	20	20		4	
	30	32		6	
	40	40		8	
	50	50		10	
	75	80		15	
	100	100		21	
	150	160		31	
	200	200		42	
	300	320		63	
	400	400		84	
	600	630		127	
	800	800		107	
	1000	1000		134	
	1500	1600		106	
2000	2000	141			
	500	500		49	125

III	1000	1000		49	125
	2000	2000		57	145
	3000	3200		57	145
	1000	1000	1	49	125
	2000	2000		57	145
	3000	3200		57	145

С 1999 года потребителям поставлено более 1000 трансформаторов типа ТОЛ-35 на различные номинальные токи и различных конструктивных исполнений.

Одновременно с промышленным производством проводились дополнительные исследования внешней изоляции трансформаторов тока с целью дальнейшего её совершенствования. В результате проведенных в 2001-2002 годах исследований в лаборатории внешней изоляции ОАО «Научно-исследовательский институт по передаче электроэнергии постоянным током высокого напряжения» (ОАО «НИИПТ») исследователями были выданы рекомендации по улучшению конфигурации внешней изоляции трансформаторов тока ТОЛ-35 [1], [2] и [3]. Это позволило эксплуатировать трансформаторы тока ТОЛ-35 в условиях с III степенью загрязнения атмосферы по [4].

Сегодня трансформаторы тока ТОЛ-35III выпускаются в климатических исполнениях "УХЛ" и "Т" категории размещения 1 по ГОСТ 15150-69. Первоначально они выпускались в исполнениях "У" и "Т". Однако, проведенная доработка конструкции позволила освоить выпуск трансформаторов в климатическом исполнении "УХЛ", пригодном для эксплуатации при нижнем значении температуры окружающего воздуха до минус 60°C.

В течение 10 лет в ОАО «СЗТТ» велась разработка опорного трансформатора тока с литой изоляцией класса напряжения 110 кВ с наибольшим рабочим напряжением 126 кВ для ОРУ. Такая разработка для ОАО «СЗТТ» являлась принципиально новой, поскольку предприятие специализировано на разработке и производстве трансформаторов с литой изоляцией до 35 кВ включительно. Разработка трансформаторов тока с литой изоляцией класса напряжения 110 кВ является принципиально новой и в мировой практике электротехники, т.к. по имеющейся информации трансформаторы тока с литой изоляцией выпускаются на классы напряжения не более 66 кВ с наибольшим рабочим напряжением не более 72,5 кВ.

Разработанным трансформаторам тока в соответствии с ГОСТ 7746-2001 присвоено условное обозначение ТОЛ-110III. Они могут выпускаться в климатическом исполнении "УХЛ" и "Т" категории размещения 1 по ГОСТ 15150-69.

Трансформаторы предназначены для замены трансформаторов тока ТФЗМ 110 Б-I, ТФЗМ 110 Б-III и ТФЗМ 110 Б-IV на токи от 50 до 2000 А. Трансформаторы ТОЛ-

110III имеют такие же установочные размеры, что и трансформаторы ТФЗМ 110 Б, что облегчает замену трансформаторов в ОРУ подстанций.

В таблице 3 приведены основные технические характеристики трансформаторов ТОЛ-110III.

На рисунке показан общий вид трансформатора ТОЛ-110III на токи от 750 до 2000 А и на токи от 50 до 600 А, соответственно габаритные, присоединительные и установочные размеры. Там же приведена масса трансформаторов ТОЛ-110III.

Как и трансформаторы тока ТОЛ-35III трансформаторы ТОЛ-110III прошли в ОАО «НИИПТ» исследования внешней изоляции в условиях искусственного загрязнения, на трекингэрозионную стойкость и под дождём [5], [6], [7] и [8].

**Основными преимуществами трансформаторов тока ТОЛ-110III по сравнению с масло- и газонаполненными являются:**

- экологическая чистота в эксплуатации;
- практически отсутствует необходимость обслуживания при эксплуатации;
- малые массо - габаритныхарактеристики ( по сравнению с газонаполненными трансформаторами);
- конкуренетоспособная цена.

В таблице 4 приведено сравнение массо- габаритныххарактеристик трансформаторов тока ТОЛ-110III с маслонаполненными трансформаторами ТФЗМ-110 Б производства ОАО "Запорожский завод высоковольтной аппаратуры" , ТФМ-110 -II производстваХК "Московский Электрозавод", а также с газонаполненными трансформаторами тока ТОГ110 производства ФГУП "Электрохимприбор", TG145 производства ЗАО "АББ УЭТМ" и ТГФ 110 производства ОАО "Электроаппарат".

Трансформаторы ТОЛ-110III прошли полный объем испытаний в соответствии с требованиями [9].

Таблица 3

<i>Наименование параметра</i>	<i>Норма</i>
Класс напряжения, кВ	110
Номинальное напряжение, кВ	110
Наибольшее номинальное напряжение, кВ	126
Номинальная частота, Гц	50 или 60
Номинальный первичный ток,	50, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 500, 600, 750, 800, 1000, 1200, 1500, 2000



	50 до 600 А	750 до 2000 А							на токи от 100 до 400 А	600 до 2000 А
Габаритные размеры, мм:	1100  652		560			1295	1136	980	не указаны	не указаны
длина по первичным выводам			670			620	766	602		
ширина			1590			1730	2317	2145		
высота	1618	1548								
Масса, кг	460	430	440	460	485	630	692	580	650	570
Вид изоляции	литая		масляная			газовая				

[Габаритные размеры ТТ ТОЛ-35, фото вид 1 и вид 2](#)

[Габаритные размеры ТТ ТОЛ-110, фото вид 1 и вид 2](#)

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Протокол "Исследование электрической прочностивнешней изоляции трансформаторов типа ОЛ-1,25/10 УХЛ1 иТОЛ-35Б-II-У1 при искусственном загрязнении", г.С.-Петербург, ОАО "НИИПТ", июль 2001 г.
2. Протокол "Исследование электрической прочностивнешней изоляции трансформаторов типа ТОЛ-35Б-II-У1 при искусственном загрязнении", г.С.-Петербург, ОАО "НИИПТ", октябрь 2001 г.
3. Протокол "Исследование электрической прочностивнешней изоляции трансформаторов типа ОЛ-1,25/10 УХЛ1 иТОЛ-35Б-II-У1 с защитным полимерным покрытием при искусственном загрязнении", г.С.-Петербург, ОАО "НИИПТ", июнь 2002 г.
4. ГОСТ 9920-89 "Электроустановки переменного тока на напряжение от 3 до 750 кВ. Длина пути утечки внешней изоляции". г.Москва. Изд.стандартов. 1990 г.
5. Отчёт о научно-исследовательской работе "Исследование электрической прочностивнешней изоляции трансформаторов типа ТОЛ-110УХЛ1 с литой изоляцией", г.С.-Петербург, ОАО "НИИПТ", 2004 г.
6. Протоколы испытаний №143-02-2-04/1, г.С.-Петербург, ОАО "НИИПТ", август 2004 г.
7. Протоколы испытаний №143-02-2-04/2, г.С.-Петербург, ОАО "НИИПТ", август 2004 г.

8. Протоколы испытаний №143-02-2-04/3, г.С.-Петербург, ОАО "НИИПТ", август 2004 г.

9 ГОСТ 7746-2001 "Трансформаторы тока. Общие технические условия", г.Минск.Изд.стандартов. 2002 г.