

Утверждаю
Директор по науке
и перспективному развитию

ООО "Масса"

К.Г. Сипилкин
04 июня 2011 г.

ПРОТОКОЛ № 2

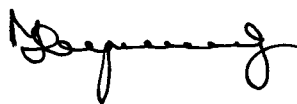
Распространения результатов испытаний на воздействие изменения температуры окружающей среды ввода ИВУЕ.686354.001 на вводы классов напряжения 500 кВ и ниже.

1. Для подтверждения работоспособности вводов с RIP-изоляцией при изменении температуры окружающей среды были проведены климатические испытания ввода ГКТII-30-500/2500 (ИВЕЮ.686354.001) с RIP-изоляцией по методу 205-2 ГОСТ 16962.1-89. Протокол испытаний прилагается.
2. Целью испытаний было подтверждение сохранения монолитности изоляционного остова т.к. под воздействием изменения температуры окружающей среды за счет разности коэффициентов температурного расширения центральной трубы, соединительной втулки и материала изоляционного остова возникают термомеханические напряжения, которые могут приводить к возникновению микротрещин в изоляционном остова, влияющих на электрические свойства.
3. Для испытаний был подобран высоковольтный ввод наибольших размеров, основным конструктивным элементов которого является изоляционный остов, также имеющий геометрические размеры, либо подобные, если сравнивать со вводами на напряжения 500 кВ, либо много большими, если говорить о вводах на более низкие классы

напряжений. В связи с этим и термомеханические напряжения, возникающие в изоляционном остове при изменении температуры, либо имеют соизмеримые значения, либо много меньше.

4. Со времени проведения испытаний ввода ИВЕЮ.686354.001 основные принципы построения конструкций вводов не изменялись. Также не вносилось изменений в технологию и состав компаунда, применяемых для изготовления изоляционных остовов вводов.
5. На основании вышеизложенного и учитывая положительные результаты климатических испытаний ввода ИВЕЮ.686354.001, результаты испытаний распространяются на все вводы с RIP-изоляцией, как на напряжение 500 кВ, так и на более низкие классы напряжений и проведения дополнительных климатических испытаний не требуется.

Главный конструктор



Ю.В. Никитин

Зам. главного конструктора



П.В. Кирюхин

УТВЕРЖДАЮ

Директор по науке

и перспективному развитию

К.Г. Сипилкин

« 22 » *декабрь* 2006г.

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ

высоковольтного ввода типа ГКТП-30-500/2500 О1 черт. ИВЕЮ.686354.001
на устойчивость к климатическим внешним воздействующим факторам

1. ОБЪЕКТ ИСПЫТАНИЙ.

Объектом испытаний являлся ввод типа ГКТП-30-500/2500 О1, черт. ИВЕЮ.686354.001, зав. № 500000.

2. ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ.

Целью проведения испытаний являлось определение стойкости ввода к изменению температуры среды.

3. ПОРЯДОК ИСПЫТАНИЙ.

Испытания проводились по программе, согласованной с ГУП ВЭИ и утвержденной ЗАО «Мосизолятор».

Проведение воздействий на ввод постепенным изменением температуры среды осуществлялось в ОАО «Машиностроительное конструкторское бюро «Факел» им. акад. П.Д. Грушина (протоколы испытаний от 13.11.2006г., 28.11.2006г и 19.12.2006г.)

Ввод подвергался воздействию непрерывных циклов нагрева и охлаждения в диапазоне температур от минус 60°C до плюс 100°C с выдержкой в течение 6 часов для достижения теплового равновесия. После каждого пяти циклов проводились электрические испытания. Общее количество таких циклов – до сохранения нормированных значений электрических параметров, но не более 20 циклов.

Электрические испытания ввода до и после проведения температурных воздействий, проводились в ЗАО «Мосизолятор».

Все испытания проводились в присутствии представителей ГУП ВЭИ.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ.

4.1 Климатические испытания.

4.1.1 В процессе испытаний реализованы режимы, указанные в ГОСТ 20.57.406-81 метод 205-2 постепенное изменение температуры (метод одной камеры).

Температурные режимы представлены в условиях реального времени на диаграммных лентах.

4.1.2 Средний градиент повышения температуры в камере с изделием массой 2210 кг (ввод в открытой металлической упаковке) в диапазоне от -60°C до +100°C составил 0,44 град/мин. Средний градиент понижения

температуры в камере с изделием массой 2210 кг в диапазоне от +100°C до -60°C составил 0,37 град/мин.

4.1.3 После окончания испытаний производился внешний осмотр ввода. Дефектов не выявлено.

4.2 Электрические испытания.

4.2.1 Электрические испытания до проведения климатических испытаний.

23.08.2006г.

$T_{\text{оп}} = 22^{\circ}\text{C}$

Ввод поставлен на бак $\varnothing$ 1300 мм. В верхней части поставлен тороидальный экран. В нижней части – рабочий экран от вводов на 500 кВ.

$R_{\text{из}} > 1500 \text{ МОм}$

U, кВ	tg δ , %	C ₁ , пФ
35	0,355	878,58
158	0,357	878,62
319	0,359	878,70

При U=400 кВ уровень частичных разрядов $q < 10 \text{ пКл}$

Ввод поставлен на бак $\varnothing$ 5 м. В верхней части экрана нет. В нижней части – рабочий экран.

U, кВ	tg δ , %	C ₁ , пФ
35	0,373	886,21
158	0,380	886,37
319	0,389	886,54
446	0,396	886,68
525	0,400	886,78

U=680 кВ ввод в течение 1 мин выдержал.

При U=525 кВ, q до 10 пКл

U, кВ	tg δ , %	C ₁ , пФ
35	0,372	886,37
158	0,379	886,53
319	0,388	886,69
446	0,396	886,85
525	0,400	886,94

4.2.2 Электрические испытания после проведения климатических испытаний.

13.11.2006г. (после проведения 5 циклов изменения температуры).

$T_{\text{оп}} = 15^{\circ}\text{C}$

Ввод поставлен на бак $\varnothing$ 5 м. В нижней части рабочий экран с вводов 500 кВ. Верхняя часть – без экрана.

$R_{\text{из}} > 1500 \text{ МОм}$

U, кВ	tg δ , %	C ₁ , пФ
35	0,376	885,86
158	0,386	886,04
319	0,398	886,24
446	0,408	886,41
525	0,413	886,51

Ввод поставлен на бак $\varnothing$ 1300 мм. В нижней части – рабочий экран. В верхней части – тороидальный экран. При U=400 кВ q<10 пКл.

04.12.2006г. (после проведения 10 циклов изменения температуры).

T_{окр} = 14°C

Ввод поставлен на бак $\varnothing$ 5 м. В нижней части – рабочий экран. Верхняя часть – без экрана.

U, кВ	tg δ , %	C ₁ , пФ
35	0,382	884,03
158	0,391	884,21
319	0,401	884,40
446	0,409	884,50
525	0,413	884,67

При U=525 кВ, интенсивность ЧР до 10 пКл.

Испытание изоляции измерительного вывода напряжением U=2,5 кВ в течение 1 мин выдержал.

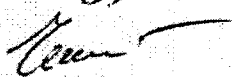
5. ВЫВОДЫ.

По результатам проведенных климатических и электрических испытаний ввод типа ГКТII-30-500/2500 О1 сохранил параметры в пределах ГОСТ 10693-81 и ТУ 3493-020-0575809005 и удовлетворяет требованиям в части стойкости к изменению температуры среды.

Главный инженер СКТБ

Зам. директора по качеству

Начальник ВВЛ-500

 С.Д. Кассихин
 В.Н. Устинов
 В.П. Чистяков

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО НАУКЕ И ИННОВАЦИЯМ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМЕНИ В. И. ЛЕНИНА»
(ГУП ВЭИ)

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора
ГУП ВЭИ



Г.Г. Лаврентьев

2007 г.

ОТЧЕТ

ОБ ИССЛЕДОВАНИИ СТОЙКОСТИ ВВОДА ГКТП-30-500/2500 О1 (ИВЕЮ.686354.001)
К ИЗМЕНЕНИЮ ТЕМПЕРАТУРЫ СРЕДЫ

Москва, 2007 г.

1 Введение

1.1 Настоящий Отчёт составлен в соответствии с договором № Д-3200-11.06-1П-Н-53 от 15.11.2006 г. между ГУП ВЭИ и ЗАО «Московский завод «Изолятор» им. А. Баркова» на «Исследование стойкости ввода ГКТП-30-500/2500 О1 (ИВЕЮ.686354.001) к изменению температуры среды».

1.2 Содержащиеся в Отчёте материалы относятся к исследованию стойкости ввода ГКТП-30-500/2500 О1 (ИВЕЮ.686354.001) к постепенному изменению температуры окружающей среды в диапазоне минус 60 – плюс 100°C.

1.3 К Отчёту прилагается Протокол испытаний №3100-016-2007 (Приложение А).

1.4 Перечень использовавшихся источников приведен в разделе 8.

2 Цель и порядок проведения исследования

2.1 Целью проведения исследования является определение стойкости ввода ГКТП-30-500/2500 О1 (ИВЕЮ.686354.001) к постепенному изменению температуры окружающей среды в диапазоне минус 60 – плюс 100°C.

2.2 Исследование включало в себя следующие этапы:

а) ввода ГКТП-30-500/2500 О1 (до проведения температурных воздействий);

б) Температурные воздействия на ввод ГКТП-30-500/2500 О1 четырьмя пятицикловыми постепенными изменениями температуры окружающей среды в диапазоне минус 60 – плюс 100°C с выдержкой в течение 6 ч при максимальной и минимальной температуре диапазона;

в) Контрольные испытания ввода ГКТП-30-500/2500 О1 после каждого пятициклового температурного воздействия.

2.3 Согласно ГОСТ 20.57.406-81 п.2.20.5 критерием стойкости ввода к постепенным изменениям температуры среды является сохранение соответствия его параметров требованиям Технических условий после двух следующих друг за другом температурных циклов. Применявшееся в настоящих исследованиях двадцатицикловое температурное воздействие проводилось для получения сведений о ресурсе ввода ГКТП-30-500/2500 О1.

3 Объект исследования

3.1 Объектом исследования являлся ввод ГКТП-30-500/2500 О1 (зав. № 500000), изготовленный в соответствии с комплектом конструкторской документации ИВЕЮ.686354.001 (рис. 1).

3.2 Основная внутренняя изоляция ввода – бумага, пропитанная компаундом, подвергнутому последующему отверждению (RIP-изоляция).

3.3 Ввод предназначен для установки на трансформаторах, работающих в открытых распределительных устройствах.

3.4 Номинальное напряжение ввода – 500 кВ.

3.5 Номинальный ток ввода – 2500 А.

3.6 Номинальная частота напряжения 50; 60 Гц.

3.7 Ввод должен работать в климатических условиях с температурой окружающей среды от минус 60 до плюс 55°C.

3.8 Рабочая среда для нижней части ввода – трансформаторное масло с максимальной температурой 100°C при номинальном токе ввода.

3.9 Превышение температуры металлических деталей ввода при протекании номинального тока $\leq 65^\circ\text{C}$.

3.10 Габаритные размеры ввода – длина 7695 мм, диаметр 600 мм.

3.11 Расчётная масса ввода – 1320 кг.

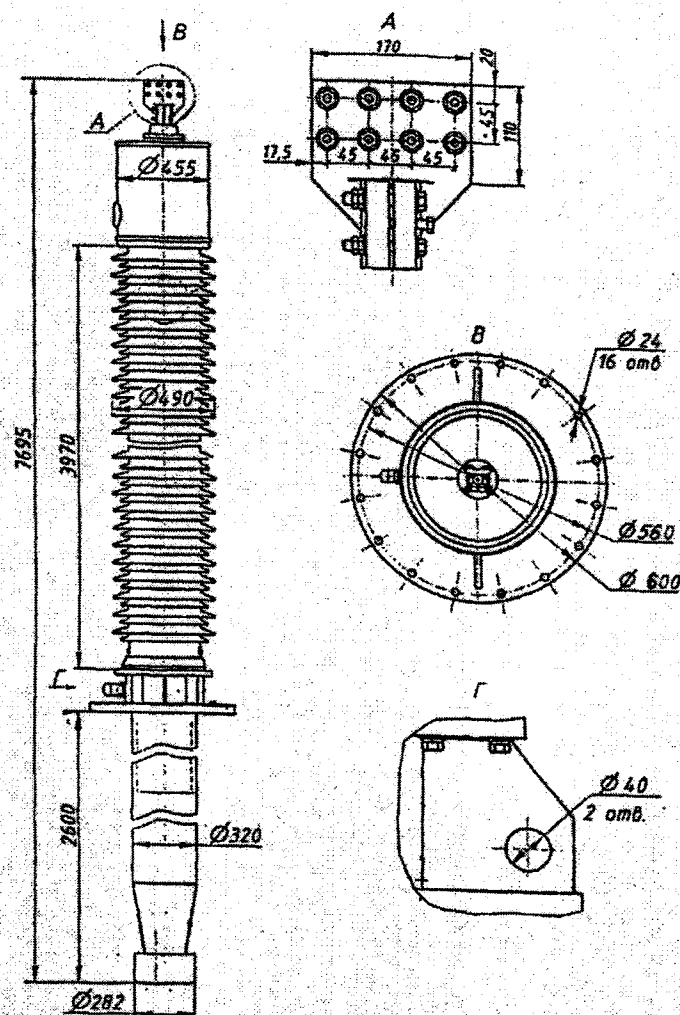


Рис. 1 – Ввод ГКПИ-30-500/2500 О1

4 Контрольные испытания ввода (до проведения температурных воздействий)

4.1 Контрольные испытания ввода ГКПИ-30-500/2500 О1 (до проведения температурных воздействий) проводились на оборудовании ЗАО «Московский завод «Изолятор» им. А. Баркова» при участии специалистов ГУП ВЭИ.

4.2 Контрольные испытания ввода ГКПИ-30-500/2500 О1 (до проведения температурных воздействий) показали соответствие параметров ввода требованиям Технических условий ТУ 3493-020-05758090-05.

5 Температурные воздействия на ввод

5.1 Температурные воздействия на ввод ГКПИ-30-500/2500 О1 четырьмя пятицикловыми постепенными изменениями температуры окружающей среды в диапазоне минус 60 – плюс 100°C проводились по программе, утвержденной ЗАО «Московский завод «Изолятор» им. А. Баркова», и выполнялись на оборудовании ОАО «МКБ «Факел» им. академика П.Д. Грушина» при участии специалистов ГУП ВЭИ.

5.2 Температурные воздействия на ввод четырьмя пятицикловыми постепенными изменениями температуры окружающей среды в диапазоне минус 60 – плюс 100°C не привели к нарушению целостности ввода, появлению трещин и сколов.

6 Контрольные испытания ввода (после проведения температурных воздействий)

6.1 Контрольные испытания ввода ГКТП-30-500/2500 О1 (после проведения пятицикловых температурных воздействий) выполнялись на оборудовании ЗАО «Московский завод «Изолятор» им. А. Баркова» при участии специалистов ГУП ВЭИ.

6.2 Контрольные испытания ввода ГКТП-30-500/2500 О1 показали, что после проведения температурных воздействий, состоявших из 20 циклов постепенного изменения температуры окружающей среды в диапазоне минус 60 – плюс 100°C, параметры ввода оставались в пределах величин, нормируемых Техническими условиями ТУ 3493-020-05758090-05.

7 Выводы

7.1 Проведенные исследования показали, что испытуемый ввод ГКТП-30-500/2500 О1 (ИВЕЮ.686354.001) обладает стойкостью к постепенному изменению температуры окружающей среды в диапазоне минус 60 – плюс 100°C.

7.2 Тот факт, что ввод ГКТП-30-500/2500 О1 после проведения температурных воздействий, состоявших из 20 циклов постепенного изменения температуры в диапазоне минус 60 – плюс 100°C, не нарушалась целостность ввода и его параметры оставались в пределах величин, нормируемых Техническими условиями ТУ 3493-020-05758090-05, указывает на достаточно высокий ресурс ввода по отношению к изменениям температуры окружающей среды.

8 Список использованных источников

1 Славинский А.З., Кассихин С.Д., Кирпичёв А.Е., Климашевский И.П., Никитин Ю.В., Сипилкин К.Г., Устинов В.Н., Шорников А.С., Львов М.Ю. Разработка и постановка на серийное производство высоковольтных вводов с твердой внутренней RIP-изоляцией на классы напряжения 110-220 кВ в период 2001-2005 г. – «Электро», №3, 2006 г., стр. 8.

2 Технические условия ТУ 3493-020-05758090-05 Вводы для трансформаторов с RIP-изоляцией.

3 ГОСТ 10693-81 Вводы конденсаторные герметичные на номинальные напряжения 110 кВ и выше.

4 ГОСТ 20.57.406-81 Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические. Методы испытаний.

5 ГОСТ 15543-89 Общие требования в части стойкости к климатическим внешним воздействующим факторам.

6 ГОСТ 16962.1-90 Изделия электротехнические. Методы испытаний на устойчивость к климатическим внешним воздействующим факторам.

7 ГОСТ 20074-83 Электрооборудование и установки. Метод измерения характеристик частичных разрядов.

Начальник НИЦ ВТ

Начальник сектора

Е.И. Остапенко

Л.Ю. Абрамович

« » 2007 г.

« » 2007 г.

Начальник отдела

Ведущий инженер

В.З. Трифонов

А.С. Михайлов

« » 2007 г.

« » 2007 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 3100-016-2007

ИЦ высоковольтного электрооборудования
Государственного унитарного предприятия
"Всероссийский электротехнический
институт В.И.Ленина"
(ИЦ ГУП ВЭИ)



Аттестат аккредитации
№ РОСС.RU.0001.21MB07

Адрес: 111250, Россия, г. Москва, Красноказарменная ул., 12

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЦ ГУП ВЭИ

М. П.

Г.Г. Лаврентьев

подпись

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ

№ 3100-016 - 2007

Объект испытаний

Вводы конденсаторного типа с RIP-изоляцией типа
ГКТП-45-220/2000 О1 и ГКТП -30-500/2500 О1
ЗАО Московский завод «Изолятор» им. А. Баркова

*Заказчик на проведение
испытаний:*

Изготовитель продукции:

*Вид испытаний, документ, на
соответствие которому
проводились испытания*

ЗАО Московский завод «Изолятор» им. А. Баркова
Контрольные испытания вводов до и после
климатических и механических воздействий в
соответствии с требованиями ГОСТ 10693-81, ГОСТ
20.57.406-81, ГОСТ 16962.2-90, ГОСТ 17516.1-90
ИС ЗАО Московский завод «Изолятор» им. А. Баркова
ОАО «МКБ «Факел» им. академика П.Д. Грушина»
ФГУП «ЦНИИМАШ»
ноябрь 2006 г – январь 2007г

Место проведения испытаний:

Дата проведения испытаний
ПРОТОКОЛ СОДЕРЖИТ:

Объект испытаний

стр. 2

Цель и программа испытаний

стр. 2

Условия и методика испытаний

стр. 2

Испытательные средства

стр. 3

Результаты испытаний

стр. 4

Выводы

стр. 7

Всего листов

7

Дата подписания протокола: 28 февраля 2007 г.

Начальник отдела

Начальник сектора

В.З. Трифонов

В.А. Туркот

1. ОБЪЕКТ ИСПЫТАНИЙ

Объектом испытаний на устойчивость к климатическим внешним воздействующим факторам являлся ввод ГКТП-30-500/2500 О1 черт. ИВЕЮ.686354.001 (зав. № 500000), а на устойчивость к механическим внешним воздействующим факторам (сейсмостойкость) ввод типа ГКТП-45-220/2000 О1 черт. ИВЕЮ.686352.002 (зав. № П-02699). Вводы изготовлены ЗАО Московский завод «Изолятор» им. А. Баркова.

2. ЦЕЛЬ И ПРОГРАММА ИСПЫТАНИЙ

Цель испытаний — определение стойкости вводов к воздействию климатических (температурных) и механических нагрузок.

Программа испытаний ввода ГКТП-30-500/2500 О1 включала воздействие непрерывных циклов нагрева и охлаждения в диапазоне температур от минус 60 °С до плюс 100 °С с выдержкой в течение 6 часов для достижения теплового равновесия. Климатические испытания проводились в ОАО «Машиностроительное конструкторское бюро «Факел» им. акад. П.Д. Грушина (Протоколы испытаний от 13.11.2006г, 28.11.2006г, 19.12.2006г и 17.01.2007г) с участием специалистов ГУП ВЭИ. Согласно ГОСТ 16962, метод 205-2 и ГОСТ 20.57.406-81 п.2.205 изделия должны подвергаться воздействию двух непрерывно следующих друг за другом циклов. Для оценки ресурса ввода было проведено 20 циклов изменения температуры. После каждых пяти циклов проводились электрические испытания ввода. Электрические испытания проводились на испытательном стенде ЗАО Московский завод «Изолятор» им. А. Баркова в присутствии специалистов ГУП ВЭИ.

Программа испытаний ввода ГКТП-45-220/2000 О1 на сейсмостойкость включала проведение вибрационных воздействий, эквивалентных по уровню интенсивности землетрясениям 9 баллов по шкале MSK-64. Испытания проводились в ФГУП «ЦНИИМАШ» (Технический отчет 2202-18-06 от 13.12.2006г) с участием специалистов ГУП ВЭИ. Электрические испытания до и после вибрационных испытаний, а также испытания консольной нагрузкой проводились на испытательном стенде ЗАО Московский завод «Изолятор» им. А. Баркова в присутствии специалистов ГУП ВЭИ.

Программа контрольных испытаний

№	Вид испытаний
1.	Измерение сопротивления изоляции
2.	Испытание изоляции измерительного вывода напряжением $U=2,5$ кВ
3.	Испытание одномоментным напряжением промышленной частоты в сухом состоянии
4.	Измерение интенсивности частичных разрядов (ЧР) в основной изоляции вводов
5.	Измерение емкости (C_1) и тангенса угла диэлектрических потерь ($\tan \delta_1$)

3. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЙ

Условия подготовки вводов к испытаниям и методика проведения испытаний соответствовали требованиям Программы испытаний, утвержденной ЗАО Московский завод «Изолятор» им. А. Баркова.

Методика проведения вибрационных испытаний описана в техническом отчете ФГУП «ЦНИИМАШ» №2202-18-06, а методика климатических испытаний в Протоколах ОАО МКБ «Факел» им. академика П.Д. Грушина

Электрические испытания вводов проводились на испытательных стендах ЗАО Московский завод «Изолятор» им. А. Баркова с использованием высоковольтного оборудования, перечень

которого приведен в таблице 1. Испытания проводились в двух испытательных баках диаметром 1,3 м и 5,0 м.

Для проведения испытаний одноминутным напряжением промышленной частоты вводы устанавливались на бак диаметром 5,0 м. Измерения уровня интенсивности частичных разрядов, тангенса угла диэлектрических потерь и емкости изоляции вводов проводились при их установке как на бак диаметром 1,3 м, так и на бак диаметром 5,0 м. При проведении измерений интенсивности частичных разрядов и тангенса угла диэлектрических потерь изоляции вводов использовались некоронирующая ошиновка, тороидальные и шаровые экраны в верхней части вводов и рабочий экран от ввода 500 кВ в нижней части.

4. ИСПЫТАТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА

При выполнении работ использовались испытательные средства, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

№ п/п	Наименование испытательного оборудования	Наименование документа на методы аттестации оборудования	Периодичность аттестации	Примечание
1	Установка WP350/700 для испытаний высоковольтных вводов кратковременным воздействием высокого напряжения промышленной частоты №886013/890570	Программа и методика аттестации испытательной установки WP350/700 ПМА ИВ.25.203.00164-94	1 раз в три года	Аттестат № 29/96-06 до 18.12.09 г
2	Установка для измерения уровня частичных разрядов в изоляции высоковольтных вводов номинальным напряжением до 220 кВ №883759 (лаб. ВВ 220 кВ)	Программа и методика аттестации испытательной установки ПМА ИВ.25.203.00183-94	1 раз в три года	Аттестат № 29/100-06 до 18.12.09 г
3	Установка WP350/700 для испытаний высоковольтных вводов кратковременным воздействием высокого напряжения промышленной частоты №856822	Программа и методика аттестации испытательной установки WP350/700 ПМА ИВ.25.203.00164-94	1 раз в три года	Аттестат № 29/95-06 до 18.12.09 г
4	Установка WP1500 кВ, 2 А для испытаний высоковольтных вводов кратковременным воздействием высокого напряжения промышленной частоты №887294	Программа и методика аттестации испытательной установки WP 1500 кВ, 2А, ПМА БИВ.25.203.00197-95	1 раз в три года	Аттестат № 29/97-06 до 18.12.09 г
5	Установка для измерения уровня частичных разрядов в изоляции высоковольтных вводов номинальным	Программа и методика аттестации испытательной установки ПМА ИВ.25.203.00183-94	1 раз в три года	Аттестат № 29/98-06 до 18.12.09 г

	напряжением до 750 кВ №883760			
6	Установка для испытаний вводов консольными нагрузками (ИП) П-4694	Паспорт на установку для испытаний вводов консольными нагрузками.	1 раз в три года	

5. РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

5.1 Результаты испытаний ввода ГКТП-30-500/2500 О1 до воздействия климатических нагрузок

5.1.1. Сопротивление изоляции $R_{из} \geq 1500 \text{ МОм}$

5.1.2. Ввод выдержал воздействие напряжения 680 кВ в течение 1 мин.

5.1.3. Испытание изоляции измерительного вывода напряжением $U=2,5 \text{ кВ}$ в течение 1 мин ввод выдержал.

5.1.4. Уровень интенсивности частичных разрядов при воздействии напряжения 525 кВ - 10 пКл (уровень напряжения выбран в соответствии с МЭК 60137).

5.1.5. Результаты измерений емкости (C_1) и тангенса угла диэлектрических потерь ($\text{tg}\delta$) ввода до воздействия климатических нагрузок приведены в таблицах 2 - 3.

Таблица 2
Параметры ввода до климатических испытаний

U, кВ	$\text{tg}\delta$, %	C_1 , пФ (в баке D=1,3 м)
35	0,355	878,58
158	0,357	878,62
319	0,359	878,70

Таблица 3

U, кВ	$\text{tg}\delta$, %	C_1 , пФ (в баке D=5,0 м)
35	0,373	886,21
158	0,380	886,37
319	0,389	886,54
446	0,396	886,68
525	0,400	886,78
U=680 кВ в течение 1 мин ввод выдержал		
35	0,372	886,37
158	0,379	886,53
319	0,388	886,69
446	0,396	886,85
525	0,400	886,94

5.2. Результаты испытаний ввода ГКТП-30-500/2500 О1 после воздействия климатических нагрузок.

5.2.1. Внешний осмотр ввода после проведения 20 (двадцати) циклов изменения температуры повреждений не выявил.

5.2.2. Испытание изоляции измерительного вывода напряжением $U=2,5 \text{ кВ}$ в течение 1 мин, после воздействия 20 циклов изменения температуры, ввод выдержал.

5.2.3. Сопротивление основной изоляции ввода измерялось после 5, 10, 15 и 20 циклов изменения температуры. Во всех случаях значение выше $R_{из} \geq 1500 \text{ МОм}$.

5.2.4. Результаты измерений емкости (C_1) и тангенса угла диэлектрических потерь ($\operatorname{tg}\delta$) ввода после 5, 10, 15 и 20 циклов изменения температуры приведены в таблицах 4 - 7

Таблица 4
Параметры ввода после 5 циклов изменения температуры

U, кВ	$\operatorname{tg}\delta$, %	C_1 , пФ (в баке D=5,0 м)
35	0,376	885,86
158	0,386	886,04
319	0,398	886,24
446	0,408	886,41
525	0,413	886,51

Таблица 5
Параметры ввода после 10 циклов изменения температуры

U, кВ	$\operatorname{tg}\delta$, %	C_1 , пФ (в баке D=5,0 м)
35	0,382	884,03
158	0,391	884,21
319	0,401	884,40
446	0,409	884,50
525	0,413	884,67

Таблица 6
Параметры ввода после 15 циклов изменения температуры

U, кВ	$\operatorname{tg}\delta$, %	C_1 , пФ (в баке D=5,0 м)
35	0,373	885,41
158	0,379	885,59
319	0,388	885,79
525	0,399	885,06

Таблица 7
Параметры ввода после 20 циклов изменения температуры

U, кВ	$\operatorname{tg}\delta$, %	C_1 , пФ (в баке D=5,0 м)
35	0,442	886,12
158	0,452	886,34
319	0,463	886,62
525	0,477	886,94
U=680 кВ в течение 1 мин ввод выдержал		
35	0,446	886,40
158	0,453	886,62
319	0,462	886,88
525	0,475	886,20

5.2.5. Уровень интенсивности частичных разрядов до и после проведения климатических испытаний.

Таблица 8

№	Испытательное напряжение U, кВ	Число циклов изменения температуры	Максимальный кажущийся заряд q, пКл
1	400	0	10
	525		10
2	400	5	10
	525		10
3	400	10	-
	525		10
4	400	15	15
	525		-
5	400	20	20
	525		-

5.3. Результаты электрических испытаний ввода ГКТП-45-220/2000 О1 после вибрационных испытаний и приложения консольной нагрузки величиной 3150 Н.

5.3.1. До вибрационных испытаний ввод прошел стандартные приемо-сдаточные испытания. При воздействии напряжения $U = 252$ кВ максимальный кажущийся заряд ЧР не превышал 8 пКл.

5.3.2. Параметры ввода ГКТП-45-220/2000 О1 после вибрационных испытаний приведены в таблице 9.

Таблица 9

U, кВ	tgδ, %	C ₁ , пФ (в баке D=5,0 м)
10	0,384	806,51
153	0,424	806,9
252	0,439	807,14

5.3.3. Параметры ввода после воздействия консольной нагрузки приведены в таблице 10.

Таблица 10

U, кВ	tgδ, %	C ₁ , пФ (в баке D=5,0 м)
10	0,372	807,98
153	0,410	807,41
252	0,425	807,62
U=460 кВ в течение 1 мин ввод выдержал		
10	0,370	808,04
153	0,410	808,47
252	0,425	808,61

5.3.4. После проведения вибрационных испытаний и воздействия консольной нагрузки ввод выдержал воздействие напряжения 460 кВ в течение 1 мин, а измерительный вывод испытание напряжением $U = 2,5$ кВ в течение 1 мин.

5.3.5. После проведения вибрационных испытаний и воздействия консольной нагрузки в баке диаметром 1,3 м были выполнены повторные измерения ЧР при воздействии напряжения $U = 252$ кВ. Максимальный кажущийся заряд ЧР не превышал 8 пКл.

6. ВЫВОДЫ

6.1. Ввод ГКТП-30-500/2500 О1 после проведения климатических испытаний сохранил работоспособность. Параметры ввода после климатических испытаний удовлетворяют требованиям ГОСТ 10693-81 и ТУ 3493-020-05758090-05 в части стойкости к изменению температуры окружающей среды.

6.2. Ввод ГКТП-45-220/2000 О1 после воздействия вибрационных нагрузок (испытания на сейсмостойкость) соответствующих интенсивности землетрясения 9 баллов по шкале MSK-64 и воздействия консольной нагрузки 3150 Н сохранил работоспособность. Изменений в основных параметрах ввода не обнаружено. Ввод удовлетворяет требованиям ТУ 3493-008-05758090-03 и ГОСТ 16962.2-90 по сейсмостойкости при интенсивности землетрясений 9 баллов по шкале MSK-64.

Научный сотрудник



М.И. Заморников

Научный сотрудник



А.В. Леонов