

b2hv (Австрия)

**Высоковольтное оборудование
для испытания и диагностики высоковольтных
кабелей всех типов изоляции и подстанционного
оборудования.**



Испытательные установки НВА



Диагностические модули TD, PD

b2hv GmbH

- Страна производитель – Австрия
- 15 лет на рынке высоковольтного оборудования
- Производит испытательное и диагностическое оборудование для кабелей со СПЭ изоляцией



Испытание и диагностика

- **Испытание**. Приборы линейки **HVA** (high voltage apparatus).
- Испытание для кабелей 6, 10, 35, 110 кВ методом СНЧ (0,1 Гц).
- Самое легкое в мире оборудование.



- **Диагностика** измерением тангенса.
- Приборы линейки **TD** (tangent delta).
- Метод **неразрушающего** контроля.
- Позволяет **оценить состояние** изоляции.

- **Диагностика** измерением частичных разрядов.
- Приборы линейки **PD** (participle discharge).
- Позволяет **локализовать** повреждение.



Типы кабелей по виду изоляции



Кабели с БМ изоляцией



Кабели с СПЭ изоляцией

Преимущества СПЭ изоляции

- высокие электрические свойства изоляции, низкие диэлектрические потери	- высокая влагостойкость, нет необходимости в применении металлической оболочки
- большой запас термической стойкости	- возможность прокладки кабелей при температуре -20°C без предварительного подогрева
- меньше масса и габариты кабеля в целом	- возможность прокладки на трассах с неограниченной разностью уровней

Популярность кабелей с СПЭ изоляции

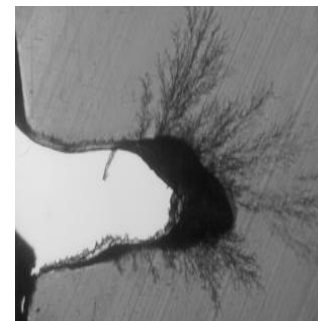
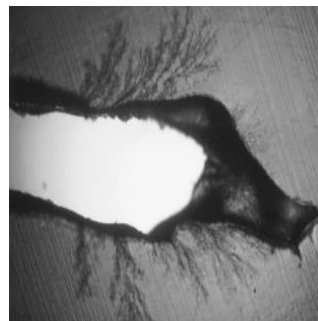
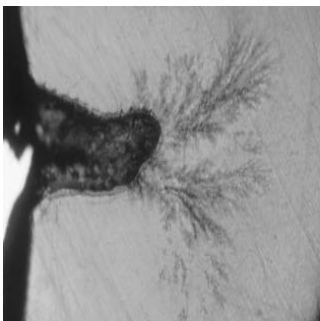
- США и Канада **85%** всего рынка силовых кабелей
- Германия и Дания – **95%**
- Японии, Франции, Финляндии и Швеции в распределительных сетях среднего напряжения используется **только** кабель с изоляцией из СПЭ
- Ведущие энергосистемы России используют **СПЭ** изоляцию при прокладке новых КЛ, либо замена при капитальном ремонте старых КЛ

Испытание КЛ с СПЭ изоляцией

Испытания постоянным & переменным напряжением

Переменное напряжение СНЧ 0,1 Гц	Постоянное напряжение
За счет формы напряжения не происходит заряда изоляции и образования объемных зарядов	Вероятность образования объемных зарядов (в процессе испытаний постоянным током в изоляции формируются остаточные емкостные заряды, что приводит к резкому уменьшению ресурса такого кабеля и повреждению изоляции при подаче рабочего напряжения)
Доказано, что испытания СНЧ 0,1 Гц не снижают срок эксплуатации и не повреждают КЛ	Доказано, что испытания высоким постоянным напряжением уменьшают срок эксплуатации кабелей и значительно увеличивают рост водных триингов.

Формирование пробоя в канале «водяного дерева»



Испытание КЛ с СПЭ изоляцией

Раньше → ~~Постоянное напряжение~~

Переменное напряжение

Сейчас → СНЧ (сверх низкая частота)
0,1 Гц

Испытания 0,1 & 50 Гц

0,1 Гц

Компактные габариты,
доступное оборудование

50 Гц

Большое, тяжелое, дорогое
оборудование

СНЧ – переменное напряжение
сверх низкой частоты 0,1 Гц и
ниже



Испытание КЛ с СПЭ изоляцией

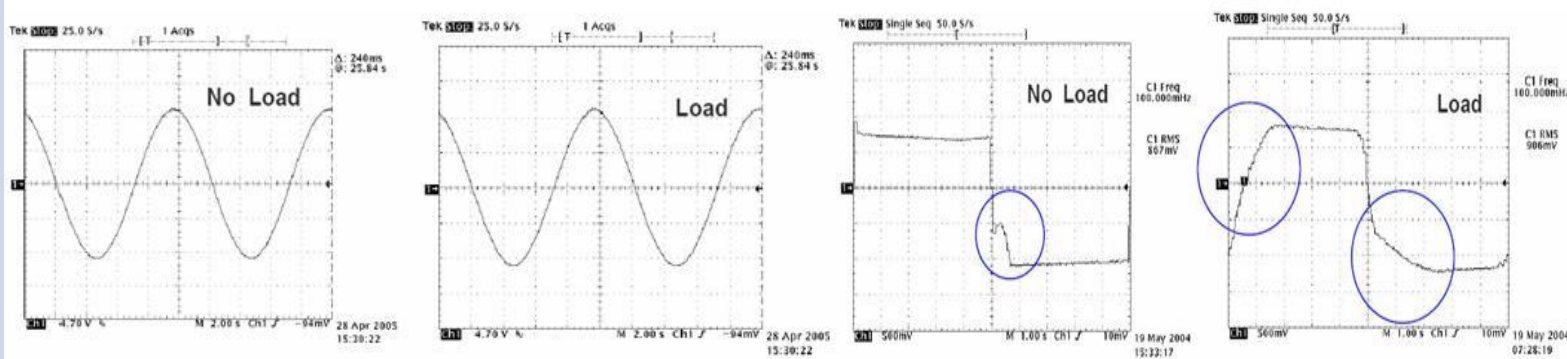
Сравнение выходных форм сигнала

Синусоидальная

Под нагрузкой & без нагрузки

Косинусоидально-прямоугольная

Под нагрузкой & без нагрузки



Вывод:

При синусоидальной форме волны выходная форма сигнала **НЕ** зависит от нагрузки. **НЕ** происходит заряд **изоляция** за счет одинаковой формы полупериодов.

Вывод:

Выходная форма сигнала под нагрузкой и без нагрузки **отличается**. Из за разных полупериодов волны происходит неравномерный заряд/разряд, из за чего происходит заряд **изоляция**.

Испытание КЛ с СПЭ изоляцией

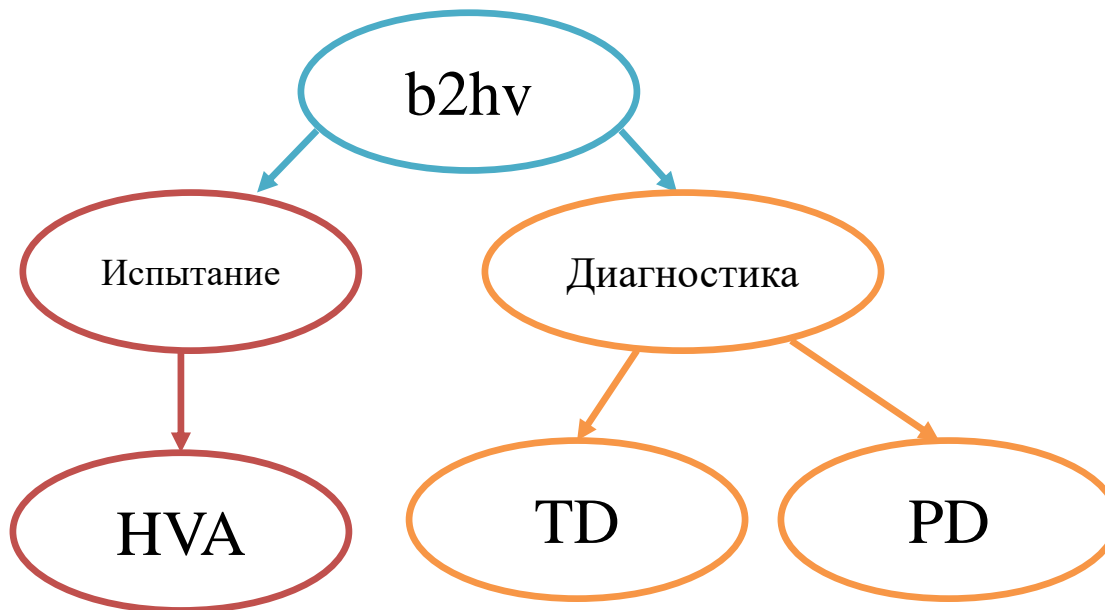
Существует нормативная база :

1. IEEE 400.2-2013
2. IEEE433 2009
3. DIN VDE 0276-620
4. ГОСТ Р 55025-2012
5. ОБЪЕМ И НОРМЫ ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ
ПАО РОССЕТИ 34.01-23.1-001-2017

(пункт 35.2 страница 167:

П, К, М. Испытание изоляции кабелей с пластмассовой и бумажной пропитанной изоляцией 6-35 кВ повышенным напряжением СНЧ 0,1 Гц Испытания КЛ 6-35 кВ с пластмассовой и бумажной пропитанной изоляцией, а так же КЛ 6-35 кВ с бумажной пропитанной изоляцией, имеющих вставки с кабелем с пластмассовой изоляцией в процессе эксплуатации проводятся переменным напряжением СНЧ 0,1 Гц.)

СНЧ испытания и диагностика кабеля



Испытание	HVA	- СНЧ испытания - разрушающий метод
Диагностика	TD	- неразрушающий метод - интегральная оценка изоляции
	PD	- неразрушающий метод - локализация поврежденных участков

Серия НВА

Серия НВА					
Испытания кабеля 6-10 кВ	29 кВ, 21 кВ действ		34 кВ, 24 кВ действ		
	HVA28 HVA28TD		HVA30 HVA30-7		HVA34TD HVA34TD-1
Испытания кабеля до 20 кВ	45 кВ, 32 кВ действ		54 кВ, 38 кВ действ		
	HVA40-5 HVA45TD HVA45TD-1		HVA54-3		
Испытания кабеля до 35 кВ	62 кВ, 44 кВ действ	68 кВ, 48 кВ действ	90 кВ, 64 кВ действ	94 кВ, 66 кВ действ	120 кВ, 85 кВ действ
	HVA60	HVA68-2	HVA90	HVA94	HVA120
Испытания кабеля до 110 кВ	200 кВ, 141 кВ действ				
	HVA200				



Серия HVA

Испытание кабеля 6-10 кВ

HVA28

HVA30

HVA34-1

HVA28-TD

HVA30-7

HVA34TD-1

Испытание кабеля до 20 кВ

HVA40-5

HVA45

HVA54-3

HVA45-TD

Испытание кабеля до 35 кВ

HVA40-5

HVA45

HVA54-3

HVA60

HVA120

HVA45-TD

HVA90

Испытание кабеля до 110 кВ

HVA200



Серия НВА

Преимущества

<u>Все</u> формы выходного сигнала	<ul style="list-style-type: none">- синус- косинус (прямоугольник)- постоянное напряжение (обоих полярностей)
Базовые функции	<ul style="list-style-type: none">- непрерывный режим работы, <u>24/7</u>- автоматические тестовые режимы- автоматический выбор тестовой частоты- автоматическое измерение емкости объекта
Безопасность	<ul style="list-style-type: none">- защита от КЗ- защита от внешнего напряжения- главный выключатель с замком-ключом- кнопка аварийного отключения
Применение	<ul style="list-style-type: none">- кабели <u>ВСЕХ</u> видов изоляции- муфты, генераторы, емкости- трансформаторы, двигатели, выключатели
Нормативная база	<ul style="list-style-type: none">- внесена в гос. реестр- методическая база
Опции	<ul style="list-style-type: none">- функционал легко дополняется модулями <u>TD/PD</u>

HVA28, 34-1, 45 + TD

Высоковольтная установка со встроенным модулем TAN DELTA



VLF & DC



**Сухая система
без использования масла**



**Диагностика ЧР
Измерение $\tan \delta$**



**Индикатор возвратного
напряжения**



**Режим предварительной
диагностики MWT**



Корпус IP67



**Самые компактные и
легкие**

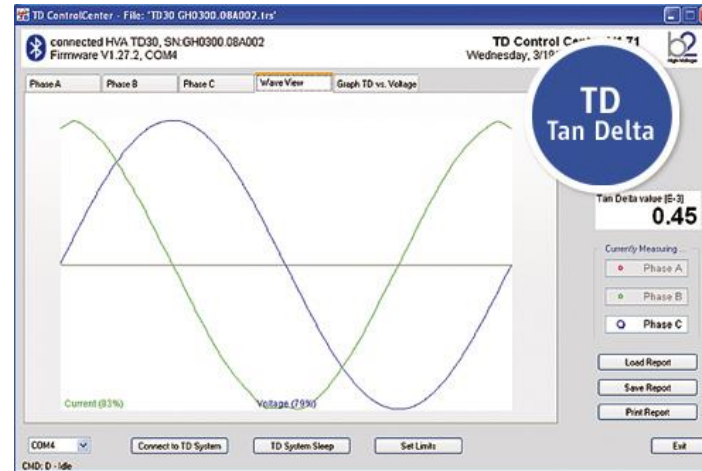


**Продолжительный режим работы
24/7**



HVA28, 34-1, 45 + TD

Высоковольтная установка со встроенным модулем TAN DELTA



HVA30, 60, 90, 120

Универсальная высоковольтная система 4 в 1

HVA30	Напряжение	Мощность	Преимущества
	- 34 кВ пик - 24 кВ действ	0,5 мкф, 0,1 Гц 12,0 мкф max	- Идеальный симметричный выходной сигнал независимо от нагрузки - Компактность и вес - Нет тепловых ограничений, 24/7 - Автоматическая система выбора оптимальной частоты
HVA60	- 62 кВ пик - 44 кВ действ	1,0 мкф, 0,1 Гц 10,0 мкф max	
HVA90	- 90 кВ пик - 64 кВ действ	1,0 мкф, 0,1 Гц 10,0 мкф max	
HVA120	- 120 кВ пик - 85 кВ действ	0,5 мкф, 0,1 Гц 10,0 мкф max	



HVA30, 60, 90, 120



На дисплее установки в режиме реального времени отображается форма сигнала и все измеряемые и заданные параметры, такие как:

- вид тестирующего сигнала,
- напряжение,
- ток,
- емкость кабеля,
- изоляция,
- время тестирования

HVA30-7, 40-5, 54-3, 68-2

Установки с увеличенной мощностью

Увеличенная мощность при тех же габаритах

HVA30-7	Напряжение	Мощность	Преимущества
	- 34 кВ пик - 24 кВ действ	7,0 мкф, 0,1 Гц 15,0 мкф тах	- Обладают теми же преимуществами
HVA40-5	- 45 кВ пик - 32 кВ действ	5,0 мкф, 0,1 Гц 15,0 мкф тах	- Больше мощности при тех же габаритах
HVA54-3	- 54 кВ пик - 38 кВ действ	3,0 мкф, 0,1 Гц 10,0 мкф тах	- Испытание до 23 км. КЛ!
HVA68-2	- 68 кВ пик - 48 кВ действ	2,0 мкф, 0,1 Гц 10,0 мкф тах	



NVA200

Самая высоковольтная СНЧ в мире!

NVA200 – испытание кабеля 110 кВ

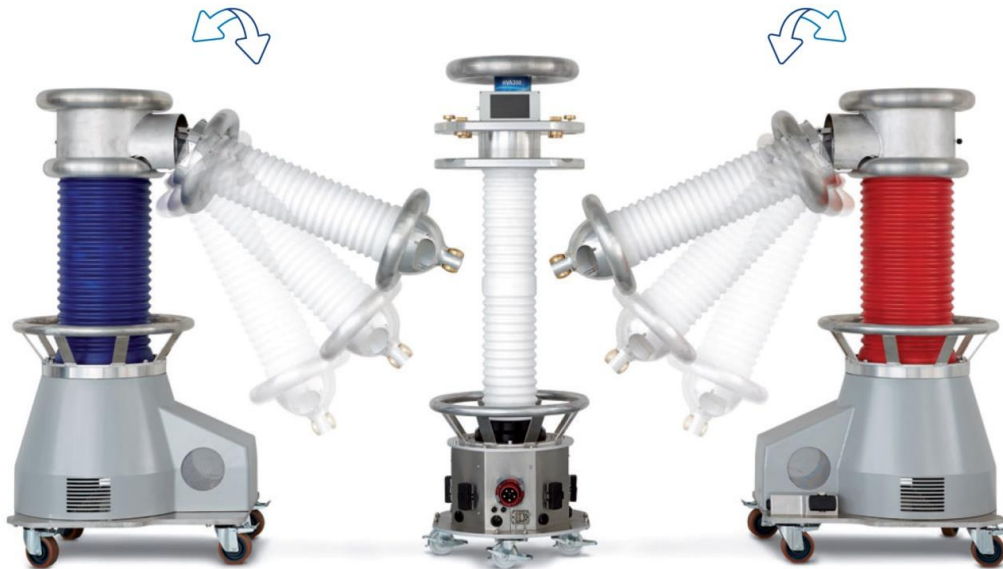
Выходные формы сигнала	- синус - прямоугольник - постоянное напряжение обеих полярностей
Напряжение	- 200 кВ пик - 141 кВ действ
Мощность	- 0,6 мкф при 0,1 Гц - 10,0 мкф max
Режим работы	Беспрерывный, <u>24/7</u> . Не имеет тепловых ограничений
Вес и габариты	950 кг. Самая легкая и компактная СНЧ в мире!



HVA200

Самая высоковольтная СНЧ в мире!

- Быстрая сборка
- Удобное управление
- Блок управления в кейсе **IP67**
- Можно дополнить модулями диагностики **TD/PD**



НВА200

Самая высоковольтная СНЧ в мире!

- Лабораторное или полевое исполнение
- Удобная транспортировка
- Наименьшая и наиболее выгодная из существующих



Серия НВА

Резюме

- **Все** формы выходного сигнала (синус, прямоугольник, постоянное U обеих полярностей)
- **Самые** легкие и компактные
- Внутренняя линейка приборов для КЛ от **6 до 110** кВ
- Имеются приборы в строенном модуле TD в кейсах **IP67**
- Имеются установки **увеличенной** мощности
- Богатый набор базовых опций (автоматический режим выбора оптимальной частоты; интерфейсы USB, RS232, BlueTooth; информативный дисплей; ПО)
- **Каждая** установка легко дополняется модулями диагностики **TD/PD**
- **НЕ** имеет тепловых ограничений. Работа **24/7**
- Внесена в гос реестр **СИ РК**



Серия НВА

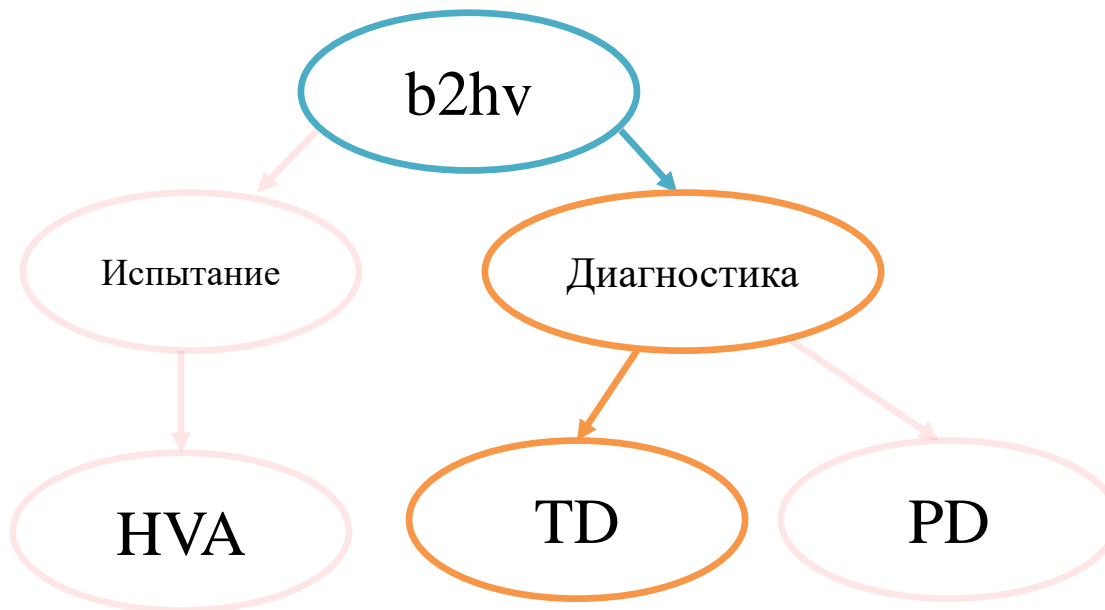
Применение

- Установка НВА может тестировать как кабели из сшитого полиэтилена (СПЭ), так и с бумажно-масляной (БМ) изоляцией.
- В дополнение установка НВА может использоваться для тестирования как основной изоляции кабеля, так и его оболочки. Полностью симметричный вид выходного тестирующего сигнала.
А так же все виды изоляции объектов с большой емкостью и не только:

- Емкости
- Выключатели, вакуумные камеры
- Трансформаторы
- Двигатели
- Изоляторы



СНЧ испытания и диагностика кабеля



Испытание	HVA	- СНЧ испытания - разрушающий метод
Диагностика	TD	- неразрушающий метод - интегральная оценка изоляции
	PD	- неразрушающий метод - локализация поврежденных участков

Серия TD

Измерение $\tan \delta$

- Является **неразрушающим** методом контроля качества изоляции
- Измерение **$\tan \delta$** широко применяется для контроля качества изоляции
- Позволяет **оценить** качество изоляции и спрогнозировать ремонт КЛ
- Быстрая и достоверная диагностика



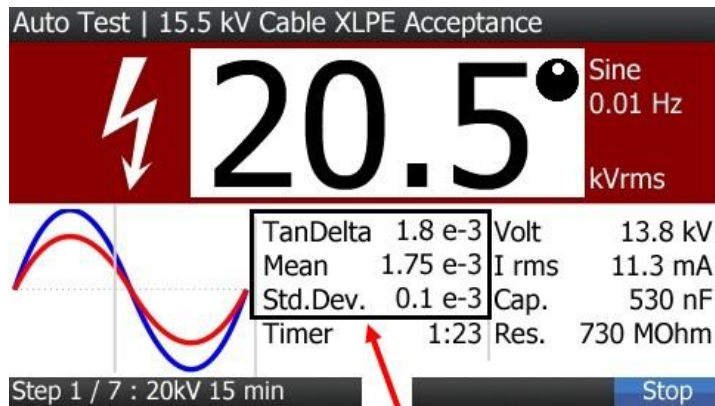
Серия TD

Критерии оценки при измерении $\tan \delta$

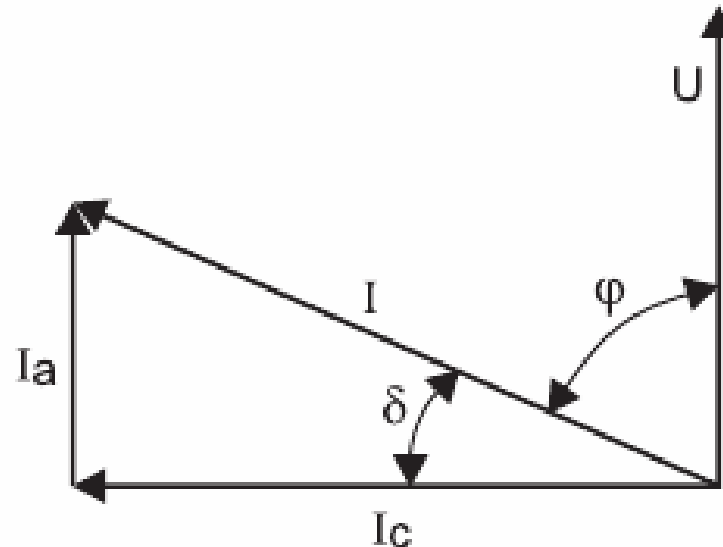
Значение величины $\tan \delta$ принято считать в пределах нормы

для СПЭ изоляции = $1,2 * 10^{-3}$

Для бумажно-масляной изоляции = $50 * 10^{-3}$



Установка HVA28TD автоматически измеряет тангенс угла диэлектрических потерь ПРЯМО во время проведения испытания



Серия TD

Критерии оценки при измерении $\tan \delta$

Состояние кабелей хорошее:

$$\text{tg } \delta (2 U_0) < 0,12 \%$$

и/или

$$[\text{tg } \delta (2 U_0) - \text{tg } \delta (U_0)] < 0,06 \%$$

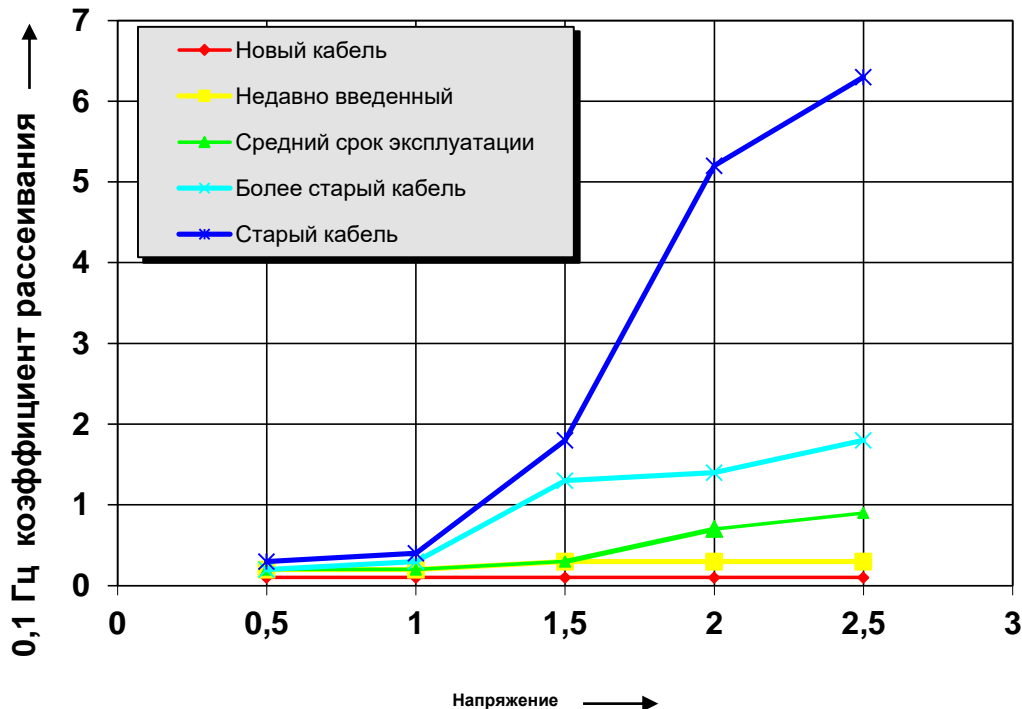
Состояние кабелей **плохое**:

$$\text{tg } \delta (2 U_0) > 0,22 \%$$

и/или

$$[\text{tg } \delta (2 U_0) - \text{tg } \delta (U_0)] > 0,1 \%$$

$\tan \delta \cdot 10^{-3}$



Серия TD

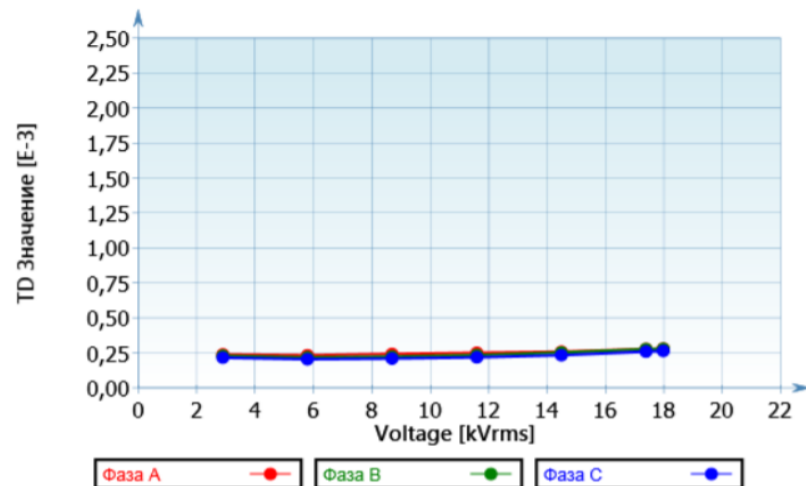
Примеры протоколов (ПАО «Северсталь»)

Кабель 10 кВ с СПЭ изоляцией
Дата прокладки 2016 г
HVA28TD (новый кабель)

Фаза А

Пределы не достигнуты.

Шаг	Напряжение \ п [RMS]	Ток \ п [RMS]	Ёмкость	Сопротивление	Частота	TD [E-3]	Стандартное отклонение [E-3]
1	2,9 kVrms	453 µArms	248 nF	3,7 GOhm	0,1 Hz	0,24	< 0.01
2	5,8 kVrms	905 µArms	248 nF	3,7 GOhm	0,1 Hz	0,24	< 0.01
3	8,7 kVrms	1,36 mArms	248 nF	3,7 GOhm	0,1 Hz	0,24	< 0.01
4	11,6 kVrms	1,81 mArms	248 nF	3,7 GOhm	0,1 Hz	0,25	< 0.01
5	14,5 kVrms	2,26 mArms	248 nF	3,7 GOhm	0,1 Hz	0,26	< 0.01
6	17,4 kVrms	2,71 mArms	248 nF	3,7 GOhm	0,1 Hz	0,28	< 0.01
7	18,0 kVrms	2,81 mArms	248 nF	>20 GOhm	0,1 Hz	0,28	< 0.01

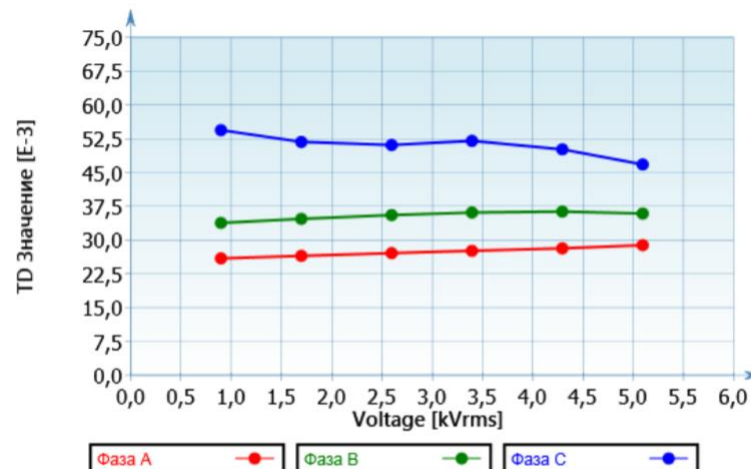


Кабель 3 кВ с БМ изоляцией
Дата прокладки 1953 г
HVA28TD (старый кабель)

Фаза С .

Достигнут нижний предел TD. Достигнут нижний предел TDTS.

Шаг	Напряжение \ п [RMS]	Ток \ п [RMS]	Ёмкость	Сопротивление	Ток утечки	Частота	TD [E-3]	Стандартное Отклон. [E-3]
1	0,9 kVrms	10 µArms	18,1 nF	1,6 GOhm	554 nArms	0,1 Hz	54,4	1,27
2	1,7 kVrms	19 µArms	17,9 nF	1,7 GOhm	1,0 µArms	0,1 Hz	51,8	0,67
3	2,6 kVrms	29 µArms	17,8 nF	1,7 GOhm	1,5 µArms	0,1 Hz	51,2	0,93
4	3,4 kVrms	38 µArms	17,8 nF	1,7 GOhm	2,0 µArms	0,1 Hz	52,1	0,51
5	4,3 kVrms	48 µArms	17,8 nF	1,7 GOhm	2,5 µArms	0,1 Hz	50,2	0,99
6	5,1 kVrms	57 µArms	17,8 nF	2,1 GOhm	2,4 µArms	0,1 Hz	46,8	1,67



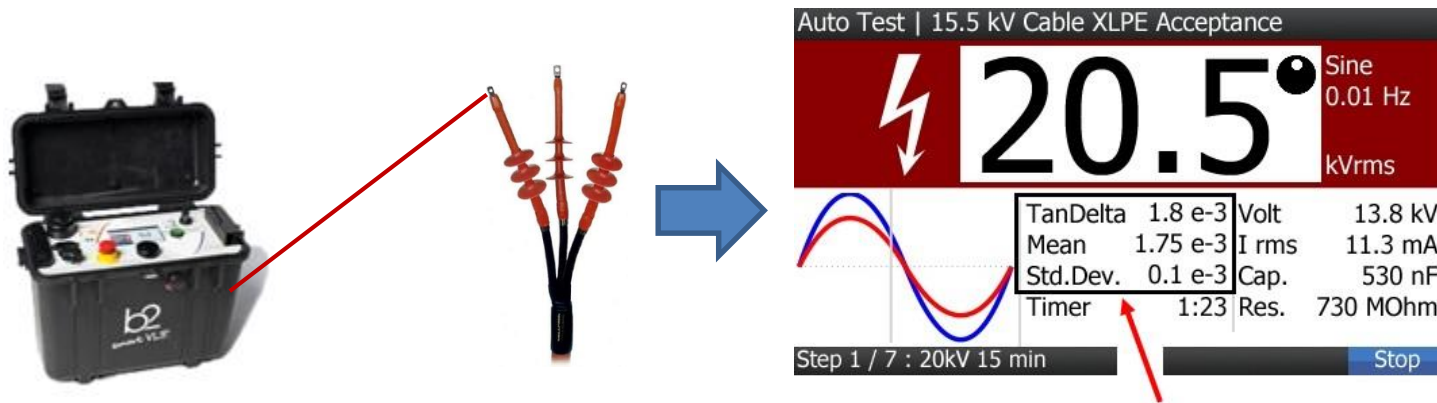
Серия TD

Схема подключения

1. Внешний модуль TD



2. Встроенный модуль TD



Установка HVA28TD автоматически измеряет тангенс угла диэлектрических потерь ПРЯМО во время проведения испытания

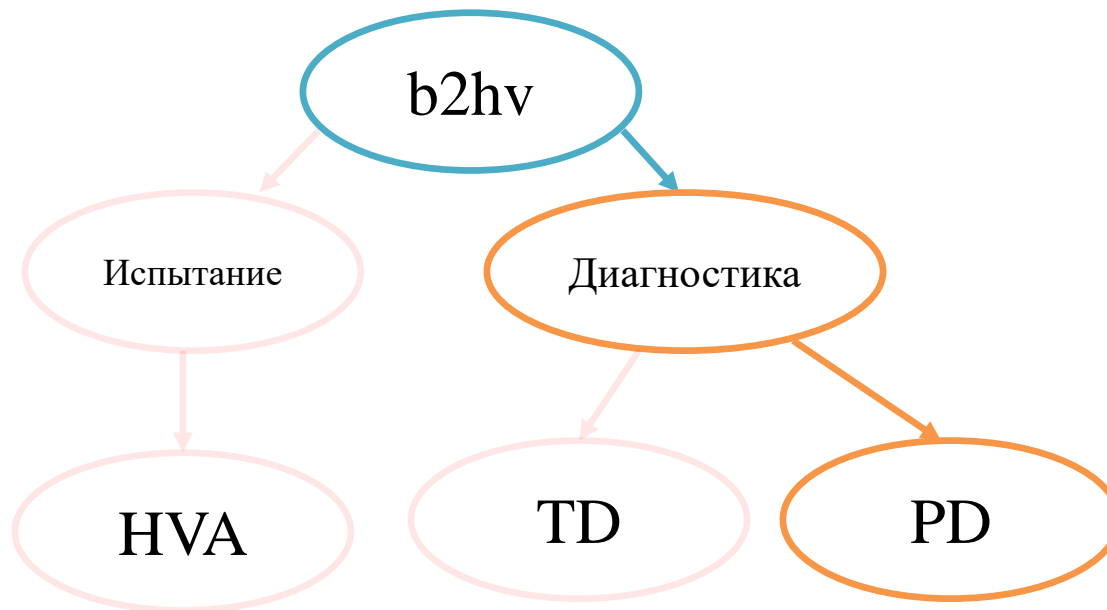
Серия TD

Резюме

- **Неразрушающий** метод контроля изоляции
- Измерение **tan δ** широко применяется для контроля качества изоляции
- Позволяет **оценить** качество изоляции и спрогнозировать ремонт КЛ
- Быстрая и достоверная диагностика
- **Самые** легкие и компактные модули диагностики
- Диагностика для КЛ от **6 до 110** кВ
- Встроенный модуль TD и ПО для протоколов и обработки информации
- **НЕ** имеет тепловых ограничений. Работа **24/7**
- Внесена в гос. реестр **СИ РК**



СНЧ испытания и диагностика кабеля



Испытание	HVA	- СНЧ испытания - разрушающий метод
Диагностика	TD	- неразрушающий метод - интегральная оценка изоляции
	PD	- неразрушающий метод - локализация поврежденных участков

Серия PD

Измерение частичных разрядов

- Также является **неразрушающим** методом контроля качества изоляции
- Измерение **частичных разрядов** широко применяется для контроля качества изоляции
- Позволяет **оценить** качество изоляции и спрогнозировать ремонт КЛ
- Быстрая и достоверная диагностика
- Позволяет **локализовать** место повреждения



Серия PD

Критерии оценки при измерении частичных разрядов

Кабель с СПЭ изоляцией 6-35 кВ

Уровень ЧР, пКл	5 лет с последующей диагностикой	1 год с последующей диагностикой	Ремонт в течение 1 года с последующей диагностикой	Вывод из эксплуатации
	< 200	200-500	500-1000	> 1000

Кабель с СПЭ изоляцией 110 кВ

Уровень ЧР, пКл	5 лет с последующей диагностикой	1 год с последующей диагностикой	Ремонт в течение 1 года с последующей диагностикой	Вывод из эксплуатации
	< 200	200-1000	1000 - 2500	> 2500

Кабель с БМ изоляцией 6-35 кВ

Уровень ЧР, пКл	5 лет с последующей диагностикой	1 год с последующей диагностикой	Ремонт в течение 1 года с последующей диагностикой	Вывод из эксплуатации
	> 1200	1200-5000	5000-10500	> 10500

Серия PD

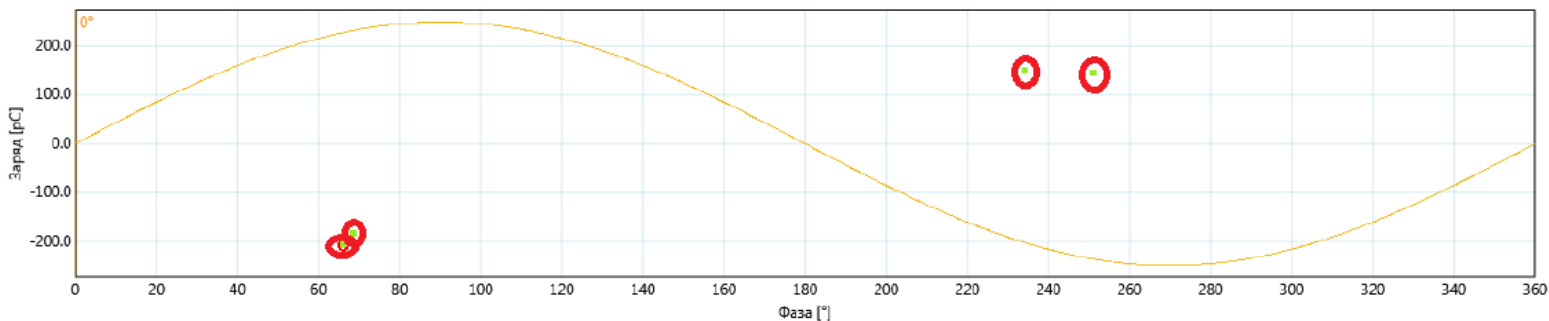
Примеры протоколов (ООО НПО «Электрум»)

Кабель **110 кВ** с СПЭ изоляцией

Дата прокладки 2014 г

NVA120 + PD120 (новый кабель, ввод в эксплуатацию)

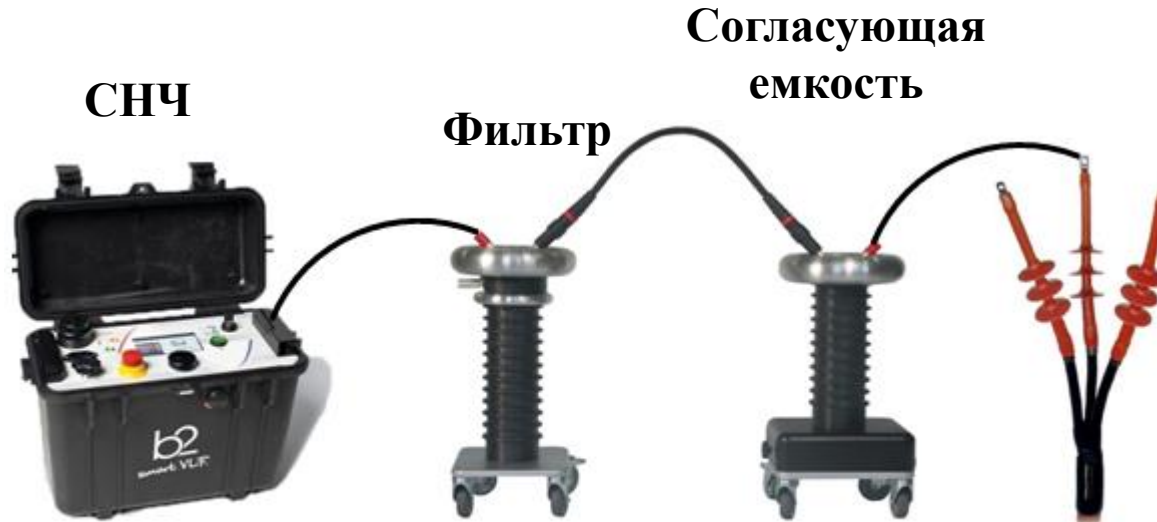
Фазовое распределение ЧР-событий



Расстояние	0,00 km
Количество ЧР-событий	4
Средний заряд	172 pC
Максимальный заряд	208 pC
Наименьший уровень напряжения зажигания	59,1 kV

Серия PD

Схема подключения



b2 Suite - ПО

Серия PD

Резюме

- **Неразрушающий** метод контроля изоляции
- Измерение **частичных разрядов** широко применяется для контроля качества изоляции
- Позволяет **оценить** качество изоляции и спрогнозировать ремонт КЛ
- Быстрая и достоверная диагностика
- Позволяет **локализовать** место повреждения
- Позволяет **оценить** качество изоляции и спрогнозировать ремонт КЛ
- **Самые** легкие и компактные модули диагностики
- Диагностика для КЛ от **6 до 110** кВ
- ПО для протоколов и обработки информации
- **НЕ** имеет тепловых ограничений. Работа **24/7**
- Внесена в гос. реестр **СИ РК**



Спасибо за внимание!

TOO ECOSTATUS PLUS.KZ
Г. Караганда, уль. Бензинная, 45
Тел: 8 7212 79 08 33
mob: 8 775 782 4995
Email: ecostatus.1@yandex.kz
<http://ecostatus-plus.kz/>