

Установка измерения напряжения пробоя

жидких диэлектриков

TOR-60

Руководство по эксплуатации

Паспорт

Полтава 2024

Предисловие

Уважаемый клиент!

Благодарим Вас за приобретение нашей продукции.

Установка измерения напряжения пробоя **TOR-60** является современным высокотехнологичным оборудованием, предназначенным для тестирования трансформаторного масла и других жидких диэлектриков. Она соответствует самым высоким техническим требованиям, предъявляемым к современной аппаратуре данного назначения. В ней использованы самые современные решения в части электроники, конструкции и программного обеспечения. При этом она является надежной, практичной и удобной, в чем Вам предстоит убедиться в ходе эксплуатации.

Установка и ее компоненты проверены на соответствие всем техническим требованиям и заявленным характеристиками. Тестирование установки проводилось в испытательной лаборатории нашего предприятия.

При соблюдении правил эксплуатации и своевременном техническом обслуживании установка обеспечит длительную и безотказную работу.

По всем вопросам, возникающим в процессе эксплуатации и обслуживания оборудования, пожалуйста, обращайтесь к поставщику.

В настоящем руководстве приведены все необходимые правила и требования по вводу и последующей эксплуатации установки.

Несоблюдение требований и правил настоящего руководства и/или самостоятельные изменения конструкции поставляемых узлов, агрегатов и деталей без согласования с изготовителем и разработчиком, служит основанием для прекращения гарантийных обязательств и исключает возможность предъявления претензий по гарантии.

Содержание

ПРЕДИСЛОВИЕ

1. Права на интеллектуальную собственность
2. Требования безопасности
3. Общая информация
 - 3.1. Информация о гарантии
 - 3.2. Символы и пояснения
 - 3.3. Общие требования по эксплуатации
4. Назначение
5. Описание и работа
 - 5.1. Технические характеристики
 - 5.2. Комплект поставки
 - 5.3. Описание работы установки и составных частей
 - 5.4. Описание измерительных ячеек
 - 5.4.1. Ячейка с магнитным перемешивателем
 - 5.4.2. Для данного исполнения не использован
 - 5.4.3. Применяемость ячеек и электродов для различных стандартов
 - 5.5. Использование по назначению
 - 5.5.1. Подготовка к работе
 - 5.5.2. Замена транспортировочных заглушек рабочими электродами
 - 5.5.3. Подготовка и обслуживание измерительной ячейки
 - 5.5.4. Для данного исполнения не использован
 - 5.5.5. Подготовка пробы жидкого диэлектрика
 - 5.5.6. Порядок работы
 - 5.5.7. Описание интерфейса пользователя
 - 5.5.8. Описание процедуры измерения
 - 5.5.9. Экстренная остановка и блокировка
 - 5.5.10. Факторы, влияющие на результаты измерений
6. Техническое обслуживание
 - 6.1. Общие указания
 - 6.2. Виды технического обслуживания
 - 6.3. Проверка работоспособности установки
 - 6.4. Техническое обслуживание электродов ячейки
 - 6.5. Метрологический контроль
 - 6.6. Техническое обслуживание принтера
7. Возможные неисправности и методы их устранения

8. Условия транспортирования и хранения
9. Сроки эксплуатации и хранения
10. Гарантийные обязательства
11. Свидетельство об упаковывании
12. Свидетельство о приемке

Особые отметки

1. Права на интеллектуальную собственность.

Поставляемое оборудование, принцип его работы, а также документация и любые другие материалы являются результатом интеллектуальной деятельности предприятия изготовителя. Несанкционированное копирование, распространение и изменение информации об оборудовании и его конструктивных особенностях без согласования с предприятием изготовителем строго запрещены.

Внимание! Данное руководство составлено в соответствии с текущим экземпляром конструкторской документации на установку **TOR-60** и учитывает опыт работы на ней. Данное руководство, а также конструкция установки могут быть изменены или дополнены без уведомления клиента.

2. Требования безопасности.

Безопасность является наивысшим приоритетом при работе с установкой!

Обязательно принимайте во внимание всю информацию по безопасному применению данного оборудования, изложенную в этом руководстве.

К эксплуатации Установки **TOR-60** допускается электротехнический персонал не моложе 18 лет, имеющий группу по электробезопасности не ниже III выше 1000 В под руководством руководителя с группой по электробезопасности не ниже IV выше 1000 В, прошедший предварительный медосмотр, а также инструктаж по охране труда и производственной санитарии.

При эксплуатации установки необходимо руководствоваться положениями следующих документов:

- настоящего документа;
- «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей»;
- «Правила устройства электроустановок»;
- «Правила безопасной эксплуатации электроустановок потребителей»;
- «Правила применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках, технические требования к ним»;
- «Производственных инструкций»;
- «Инструкций по охране труда»;
- Других правил, нормативных и эксплуатационных документов, действующих на предприятии, эксплуатирующем установку.

В части пожарной безопасности эксплуатация установка соответствует требованиям НАПБ А.01.001-2014 (с изм. от 2016, 2017, 2020) и ДСТУ 8828:2019.

Используйте установку только для указанных целей. Перед использованием установки внимательно прочитайте данную документацию. Убедитесь, что Вам все понятно. Перед тем, как использовать высоковольтную установку **TOR-60**, убедитесь, что у Вас есть достаточно знаний о возможных применениях данной установки, безопасности и возможных потенциальных опасностях во время проведения испытания.

Ответственность по безопасности полностью лежит на обслуживающем персонале (операторе)!

Запрещено:

- Подключать установку к электросети, не имеющей провода заземления и соответствующих контактов сетевой розетки;
- Работать с установкой со снятыми панелями корпуса;
- Устанавливать и снимать измерительную ячейку не выключив питание установки;
- Работать с установкой, имеющей признаки неисправности, повреждений или дефектов.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Никогда не предполагайте, что проведение испытания или тестирования безопасно БЕЗ выполнения предварительных необходимых мер безопасности.

- Меры безопасности по работе с установкой осуществляются согласно местным требованиям и инструкциям.
- Все кабели и соединения должны находиться в чистоте и быть надежно закреплены. Необходимо использовать дополнительное заземление, если это возможно. Проверка надежности заземления на контактах розетки должна проводиться каждый раз перед проведением испытаний.
- Избегайте проведения тестирования в одиночку. Всегда имейте с собой рядом кого-нибудь, кто может оказать первую помощь, если это потребуется.
- **НИКОГДА** не подключайте к прибору самодельные части или провода. Запрещено делать любые модификации оборудования или аксессуаров, так как это может привести к дополнительному риску. Для того, чтобы быть полностью уверенным в безопасном использовании прибора требуется чтобы любой ремонт, или модернизация были произведены представителями предприятия – изготовителя или в авторизованном сервисе.

ГОРЮЧИЕ МАТЕРИАЛЫ

- Нельзя испытывать материалы (жидкости) с точкой возгорания менее 110°C.
- Измерительная ячейка и электроды должны быть очищены от очищающих растворителей до проведения высоковольтного испытания.

ТОКСИЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ОТХОДЫ

Растворители и образцы масла должны обрабатываться и утилизироваться согласно требованиям завода – изготовителя.

3. Общая информация.

3.1. Информация о гарантии

Предприятие-изготовитель гарантирует нормальную устойчивую работу установки при соблюдении клиентом правил эксплуатации, технического обслуживания, транспортирования и хранения, установленных в настоящем руководстве.

Гарантийный срок эксплуатации – **12 месяцев** со дня отгрузки клиенту.

Если в период гарантийного срока будут выявлены производственные дефекты или отказы установки, или деталей и частей, входящих в комплект ее поставки, по вине предприятия-изготовителя, – клиент имеет право в течение пяти дней предъявить изготовителю (продавцу) рекламацию, которую составляет в виде первичного акта в произвольной форме и извещает об этом изготовителя (продавца). При этом не допускаются разборка установки и ее ремонт силами клиента.

По дополнительному соглашению между Поставщиком и Потребителем гарантийный срок эксплуатации может быть расширен. Техническая сторона условий, при которых гарантийный срок может быть расширен, изложена в разделе 6.2.

3.2. Символы и пояснения.



Прочтите инструкцию перед вводом в эксплуатацию или обслуживанием установки.



Внимание: не эксплуатировать при открытой крышке.



Внимание: опасность поражения электрическим током.



Запрещается курить.



Запрещается пользоваться открытым огнем.



Работать в защитных перчатках.

3.3. Общие требования по эксплуатации установки.



Перед вводом установки в эксплуатацию обязательно изучить настоящее руководство по эксплуатации.

Напряжение сети и условия эксплуатации должны соответствовать требованиям, указанным в технических характеристиках и эксплуатационных ограничениях установки или в других сопроводительных документах.

Перед подключением изделия к сети необходимо:

- разместить установку таким образом, чтобы было возможно беспрепятственно произвести ее подключение к сети;
- обеспечить расположение подключающего кабеля таким образом, чтобы исключить его повреждение;
- разместить установку таким образом, что бы был обеспечен свободный доступ к ней со стороны работающего персонала, открытие и закрытие крышки, съем и установка измерительной ячейки, протирание пролившегося масла при необходимости. При этом должна быть исключена возможность случайного задевания установки, шнура питания и провода заземления, что могло бы привести к повреждению установки и получению травм персоналом.

Для поддержания установки в работоспособном состоянии необходимо своевременно производить техническое обслуживание.

Не допускается эксплуатация установки с перегрузками или в режимах, не предусмотренных данным руководством.

При эксплуатации, транспортировке и хранении нельзя наклонять установку более чем на 20° от горизонтальной плоскости в любом направлении. Ставить на бок и переворачивать установку **категорически запрещено!**

При обнаружении неполадок в первую очередь необходимо обесточить установку выключателем или выдергиванием вилки шнура питания из розетки.

Обслуживание и ремонт должны осуществляться исключительно квалифицированным персоналом, имеющим допуск к данным видам работ и оборудованию.

4. Назначение.

Установка предназначена для определения напряжения электрического пробоя трансформаторного масла и других жидких диэлектриков в соответствии со стандартами ASTM D877, JIS C2101, ГОСТ 6581-75, IEC 60156 и производными от него европейскими стандартами AS 1767.2.1, BS EN 60156, CI EN 60156, SV EN 60156, UNE EN 60156, NF EN 60156, SABS EN 60156, DIN VDE 0370-5.

Данный список стандартов может дополняться и модифицироваться как с учетом пожеланий клиентов, так и с появлением новых версий стандартов. Установка представляет собой полностью автоматическое устройство, обеспечивающее выполнение тестирования согласно процедурам, определяемым данными стандартами, а также согласно процедурам пользователя, задаваемым в соответствующем разделе меню установки.

5. Описание и работа.

5.1. Технические характеристики.

Основные технические характеристики установки приведены в таблице 1.

Таблица 1 – основные технические характеристики установки.

№	Наименование	Значение	Примечание
1	Рабочее напряжение переменного тока, В.	100 – 260	
2	Частота питающей сети, Гц.	48 – 63	
3	Потребляемая мощность, ВА.	Не более 100	
4	Максимальное выходное напряжение, кВ.	Синусоидальное, до 60 kV RMS	
5	Погрешность измерения выходного напряжения	±1 кВ	
6	Скорость нарастания напряжения, кВ/с	От 0,5 до 10	Изменяемая
7	Разрешение при отображении выходного напряжения, В.	100	
8	Время отключения высокого напряжения после пробоя, мкс	10 макс, 4 типовое.	
9	Объем измерительной ячейки, см ³	500	
10	Диапазон задания частоты выходного напряжения, Гц	40 – 65	
11	Диапазон измерения температуры окружающей среды, град. С.	0 – 100	
12	Разрешение при отображении температуры, град. С.	1	
13	Встроенный принтер	да	
14	Рабочая температура, град. С	0 - 50	
15	Температура хранения, град. С	От – 20 до + 60	
16	Относительная влажность, %	До 90 без конденсации	
17	Атмосферное давление, мм. рт. ст.	630 - 800	
18	Габаритные размеры, мм	510x300x350	
19	Вес, кг, не более	29,6	

5.2. Комплект поставки.

Комплект поставки установки TOR-60 приведен в таблице 2.

Таблица 2 – комплект поставки установки.

Обозначение	Наименование	Количество	Примечание
	Установка TOR-60	1	
	Измерительная ячейка	1	
	Выносной термометр	1	
	Плавкий предохранитель 4А	1	
	Установщик зазора 2,5 мм	1	
	Магнитный перемешиватель масла	1	В к-те с изм. ячейкой
	Магнитная палочка для изъятия перемешивателя	1	В к-те с изм. ячейкой
	Материалы для полировки электродов.	1 к-т	
	Грибообразные электроды	2	В к-те с изм. ячейкой
	Плоские электроды	2	По спец. заказу
	Сферические электроды	2	По спец. заказу
	Установщик зазора 2 мм	1	По спец. заказу
	Установщик зазора 2,54 мм	1	По спец. заказу
	Установщик зазора 1 мм	1	По спец. заказу
	Магнитный перемешиватель масла	1	Дополнительно, по спец. Заказу.
	Материалы для полировки электродов.	1 к-т	Дополнительно, по спец. Заказу.
	Грибообразные электроды	2	Дополнительно, по спец. Заказу.
	Плоские электроды	2	Дополнительно, по спец. Заказу.
	Сферические электроды	2	Дополнительно, по спец. Заказу.
	Плавкий предохранитель 4А	1	Дополнительно, по спец. Заказу.
	USB Flash накопитель	1	
	Сетевой кабель питания	1	

	Раствор для очистки и промывания	1 емкость	
	Рулон бумаги типа “кассовая лента”	1	
	Руководство по эксплуатации, паспорт	1	
	Укладочный ящик	1	

5.3. Описание работы установки TOR-60 и составных частей.

Внешний вид установки представлен на рисунках 1.1, 1.2, 1.3.

Рисунок 1.1. Общий вид установки со стороны передней панели.

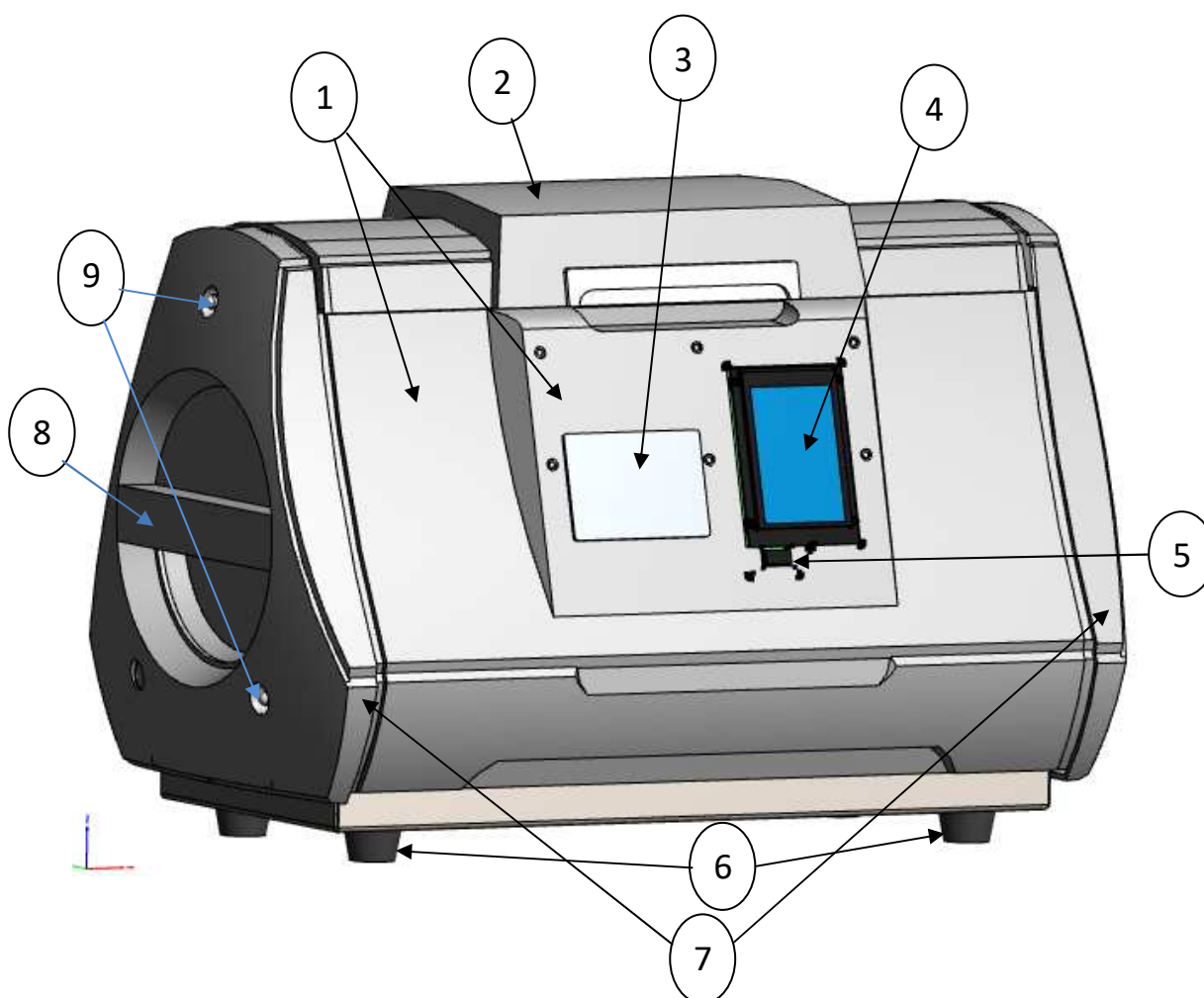


Рисунок 1.2. Вид установки со стороны задней панели.

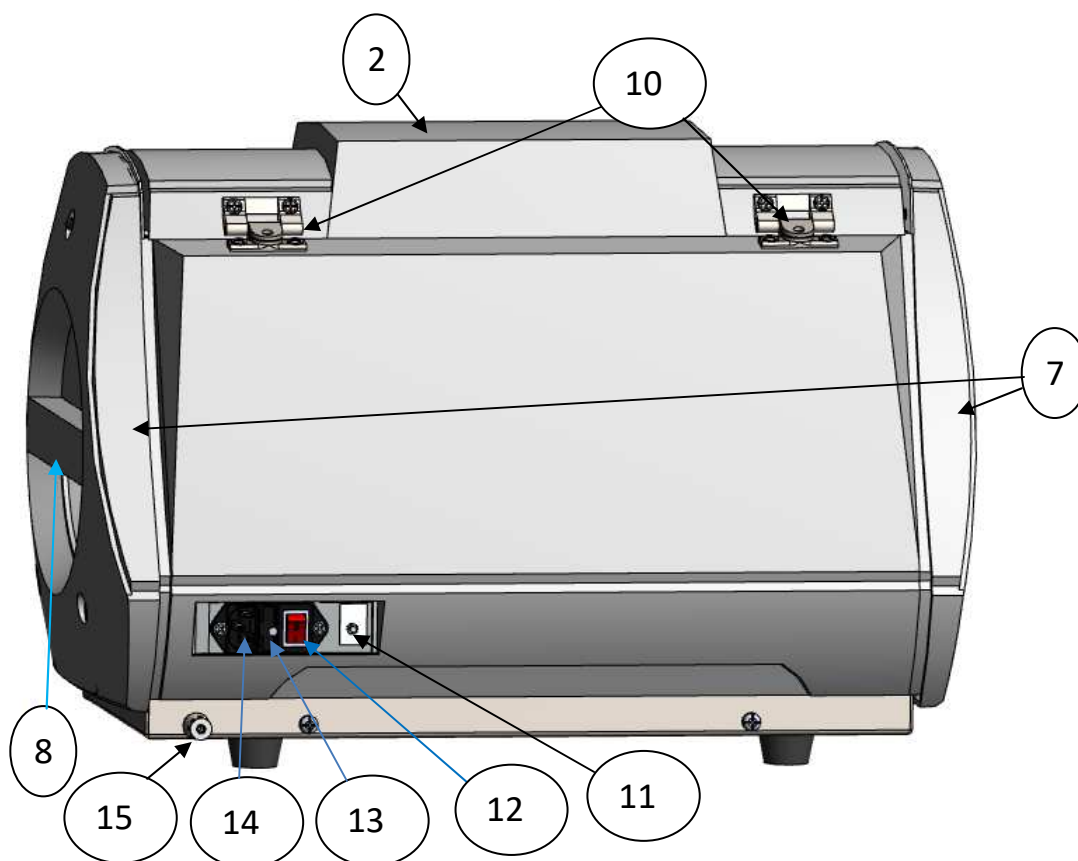
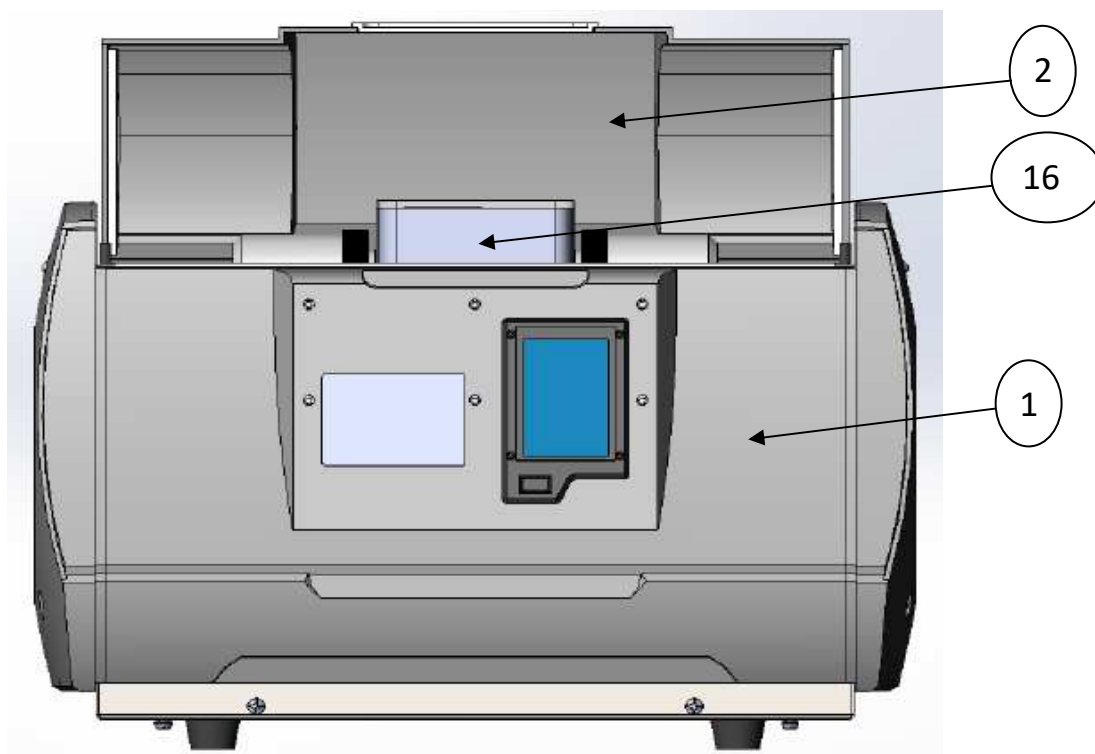


Рисунок 1.3. Вид установки с поднятой крышкой и установленной измерительной ячейкой.



Сносками на рисунках 1.1, 1.2, 1.3 обозначены:

1. Передняя панель установки,
2. Верхняя крышка установки,
3. Принтер для термопечати,
4. Цветной сенсорный ЖКИ дисплей 3,5",
5. Разъем подключения USB Flash накопителя,
6. Ножки,
7. Боковые панели установки,
8. Ручки для переноски установки,
9. Винты крепления панелей,
10. Петли верхней крышки,
11. Разъем подключения выносного термометра,
12. Включатель электропитания,
13. Держатель плавкого предохранителя,
14. Блочная вилка подключения кабеля электропитания,
15. Клемма заземления,
16. Измерительная ячейка, установленная под верхней крышкой установки.

На передней панели (1) установки расположены следующие органы управления и устройства:

Термопринтер (3) для печати отчетов по результатам испытаний масла. Цветной сенсорный ЖКИ дисплей (4) для управления работой прибора, ввода исходных данных по испытаниям и служебной информации, для индикации режимов работы, хода испытаний, результатов испытаний, рабочей и служебной информации, предназначенной для управления прибором при использовании по назначению, задания режимов работы и прочих необходимых параметров. Подробное описание работы с дисплеем и принтером приведено в разделе **5.5.7** «Описание интерфейса пользователя».

Верхняя крышка установки (2) предназначена для предохранения образцов и рабочей зоны прибора от загрязнений, экранирования окружающей среды от электромагнитных помех, возникающих при работе высоковольтного трансформатора и пробоях, а также для предотвращения возможности возникновения опасности для персонала при работе с высоковольтным оборудованием. Для этого крышка оснащена устройством контроля положения (открыто/закрыто), которое обеспечивает блокировку подъема напряжения при открытой крышке.

Измерительная ячейка (16) устанавливается на высоковольтные контакты повышающего трансформатора. Более подробно она описана ниже.

Разъем USB Flash накопителя (5) предназначен для подключения флэш накопителя для записи информации из архива данных испытаний для дальнейшей перезаписи на компьютер. Также USB Flash накопитель служит для считывания и перезаписи шаблонов измерения.

Ручки для переноски установки (8) интегрированы в боковые панели (7) установки.

Включатель питания (12), блочная вилка сетевого питания (14) и держатель предохранителя (13) конструктивно представляют собой единый блок подключения/включения питания установки. Питание подается с помощью стандартного компьютерного кабеля сетевого питания, подключаемого к блочной вилке питания.

Клемма защитного заземления (15) предназначена для подключения кабеля заземления и служит для обеспечения безопасности персонала путем заземления металлических частей, могущих оказаться под напряжением в случае единичной неисправности, а также для заземления экранирующих частей установки, что необходимо для защиты внешней среды от электромагнитных излучений установки, защиты электроники установки от внешних электромагнитных излучений и защиты электроники установки от электромагнитных импульсов, возникающих при пробое.

Разъем подключения выносного термометра (11) служит для подключения внешнего цифрового термометра для измерения температуры окружающей среды, которая при соблюдении правил подготовки пробы жидкого диэлектрика (п. 5.5.5) равна температуре испытуемого масла. Внешний вид выносного термометра приведен на рисунке 1.4.

Рисунок 1.4. Выносной цифровой термометр.



Выносной термометр имеет следующие характеристики:

Диапазон измерения от 0 до 100 °С,

Точность 0,5 °С,

Единица младшего разряда при отображении 1 °С.

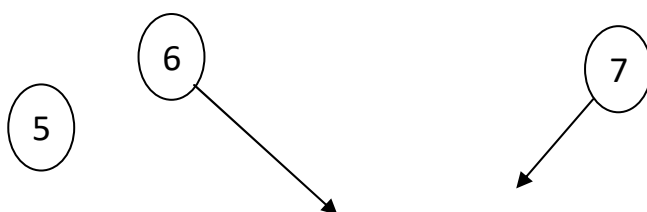
Ножки установки (6) служат для предотвращения скольжения установки по поверхности лабораторного стола. Вместе с винтами крепления панелей (9) они отвинчиваются для разборки установки при ремонте и техническом обслуживании представителями уполномоченных подразделений.

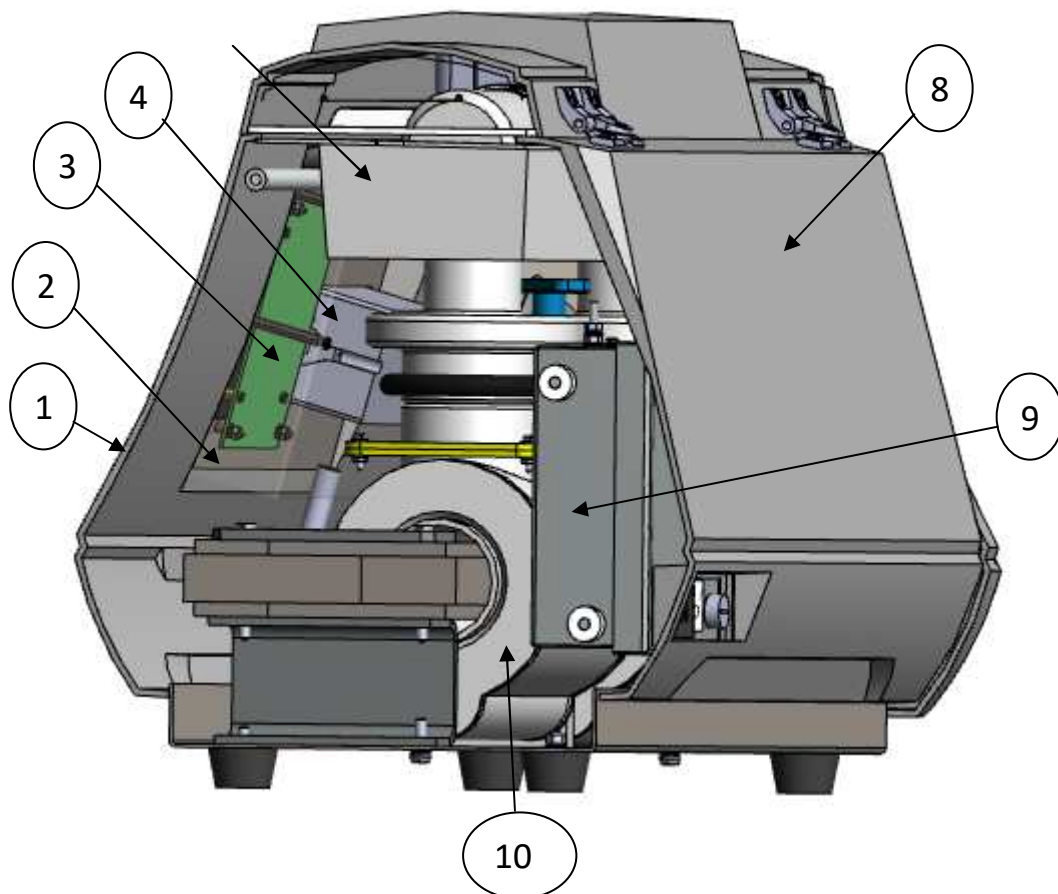
Петли верхней крышки (10) обеспечивают демпфирование и плавность при ее открывании и закрывании.

В держателе плавкого предохранителя (11) установлен сменный предохранитель 4 А, служащий для целей предотвращения аварийных ситуаций при неисправности установки. Также в комплект поставки установки входит предохранитель для замены при необходимости.

Внутренняя структура установки изображена на рисунках 2.1, 2.2, 2.3, 2.4.

Рисунок 2.1. Внутренняя структура установки [TOR-60](#).

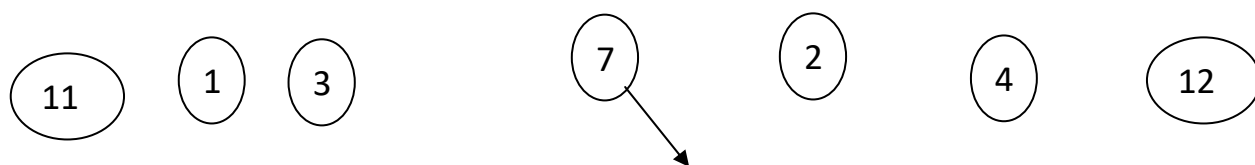


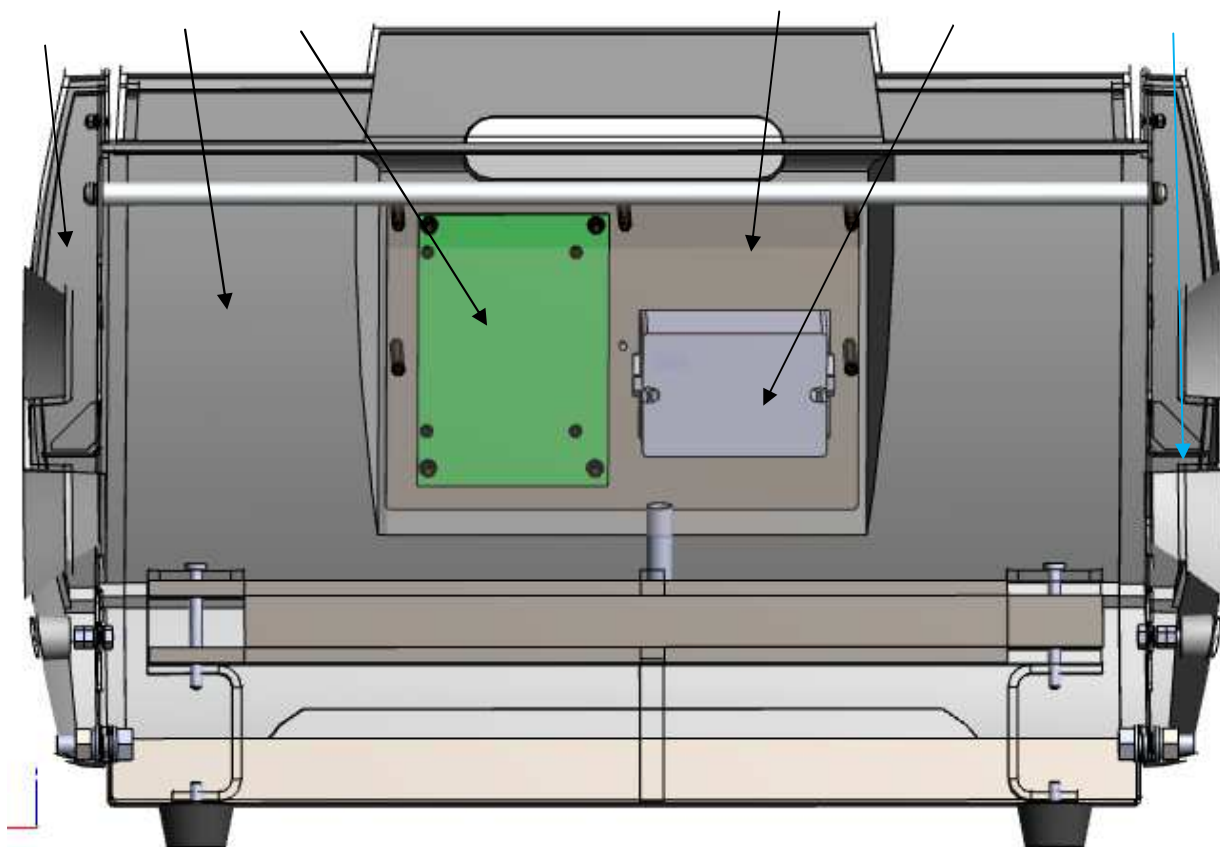


Сносками на рисунке 2.1 – 2.4 обозначены:

1. Передняя панель установки,
2. Передний отсек электроники,
3. Плата управления с дисплеем,
4. Термопринтер,
5. Поддон,
6. Измерительная ячейка,
7. Крышка установки,
8. Задняя панель установки,
9. Задний отсек электроники,
10. Высоковольтный трансформатор.

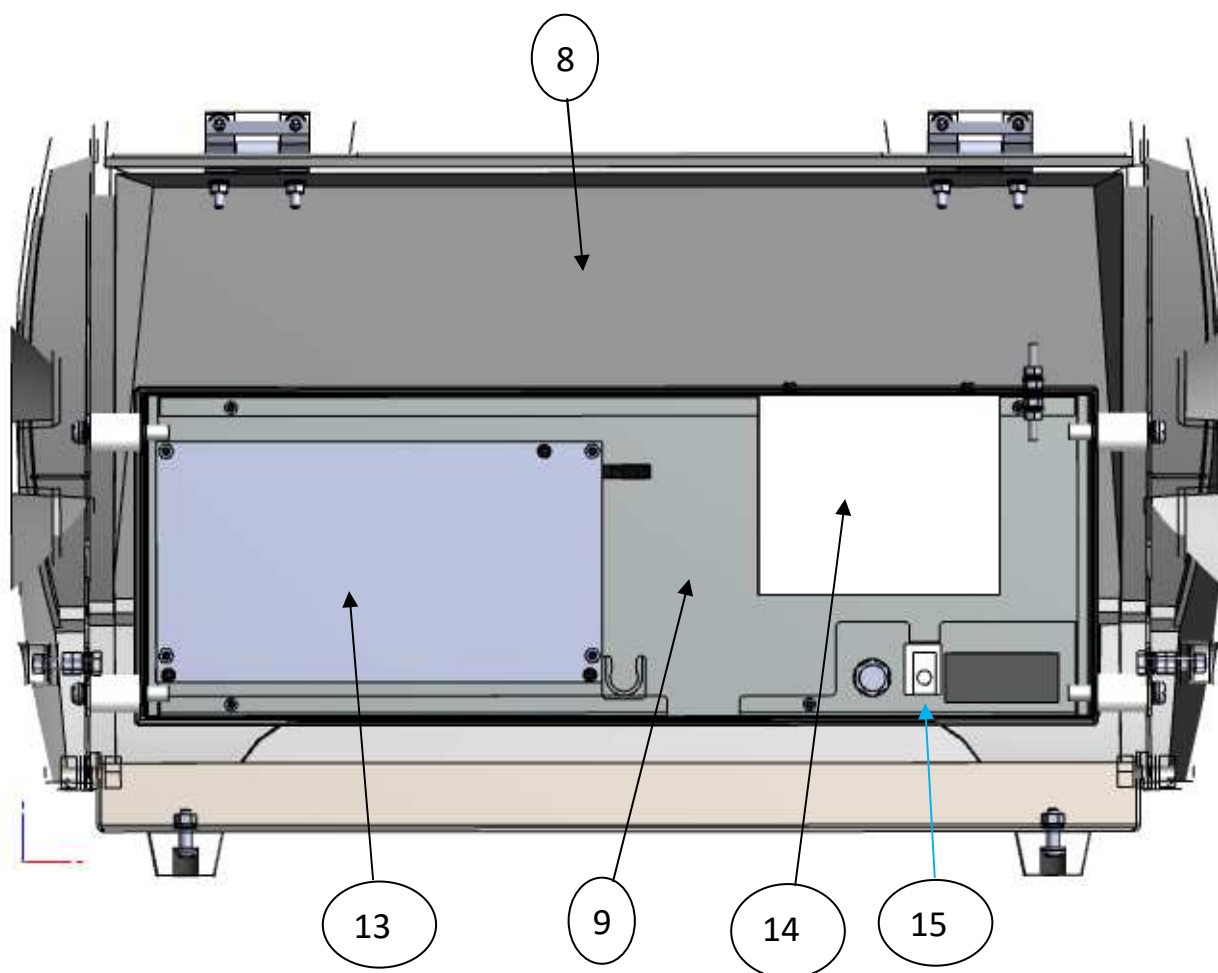
Рисунок 2.2. Внутренний вид передней панели установки.





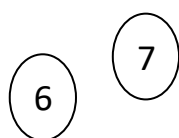
11. Боковая панель установки,
12. Встроенная ручка боковой панели.

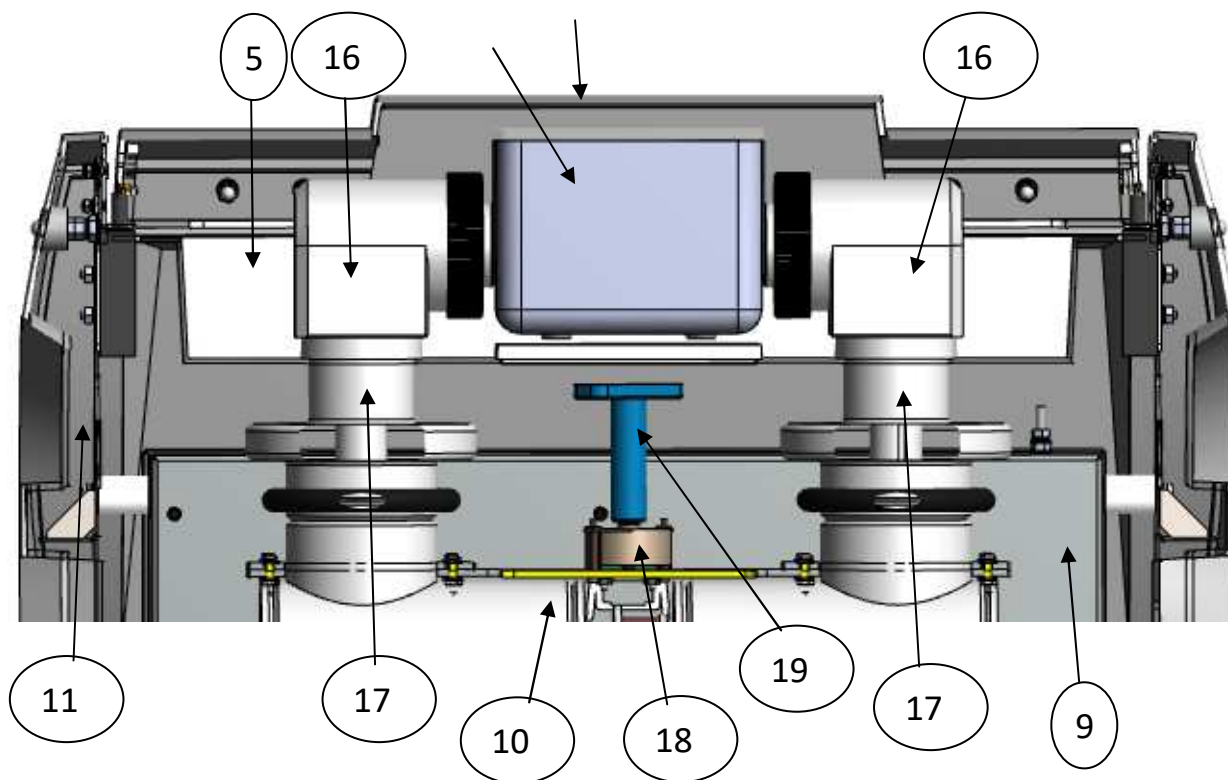
Рисунок 2.3. Внутренний вид задней панели установки.



- 13.Управляемый инвертор,
14.Блок питания,
15.Модуль подключения сетевого электропитания.

Рисунок 2.4. Размещение измерительной ячейки в установке.





- 16. Опоры с входными электродами ячейки,
- 17. Выходные электроды высоковольтного трансформатора,
- 18. Электродвигатель привода перемешивания,
- 19. Механический привод перемешивания с магнитными вставками.

Рабочим ядром прибора являются высоковольтный трансформатор (10) и электронные модули (3, 13, 14). Принцип работы прибора состоит в постепенном подъеме напряжения на вторичной обмотке высоковольтного трансформатора от нулевого до максимального значения, или до значения, при котором произойдет пробой жидкого диэлектрика, налитого в измерительную ячейку (6), установленную на высоковольтные контакты трансформатора, являющиеся частью его выходных электродов (17).

Подъем напряжения на высоковольтных контактах вторичной обмотки трансформатора происходит за счет постепенного повышения напряжения на первичной обмотке при подаче на нее синусоидального напряжения с управляемого задающего инвертора (13).

В экранированном переднем отсеке электроники (2), расположенном на передней панели (1) установки **TOR-60**, размещена плата управления (3) с сенсорным цветным LCD дисплеем. Ее назначение – обеспечение функционирования интерфейса пользователя и цифровое управление всеми

электронными модулями установки. Также в отсеке размещен термопринтер (4), используемый для печати отчетов с данными выполненных тестов.

Пластиковый поддон (5) служит для предотвращения протекания масла, случайно вылившегося при установке/съеме измерительной ячейки, внутрь установки.

Измерительная ячейка (6) служит для налива в нее пробы масла для испытания и подачи на пробу испытательного напряжения.

Возле задней панели установки (8) размещен задний отсек электроники (9), обеспечивающий экранировку и механическое крепление электронных модулей: Управляемого инвертора (13) и блока питания (14). Также внизу задней панели расположен модуль подключения сетевого электропитания (15), в состав которого входит держатель плавкого предохранителя, выключатель питания и корпусная вилка подключения шнура сетевого электропитания установки.

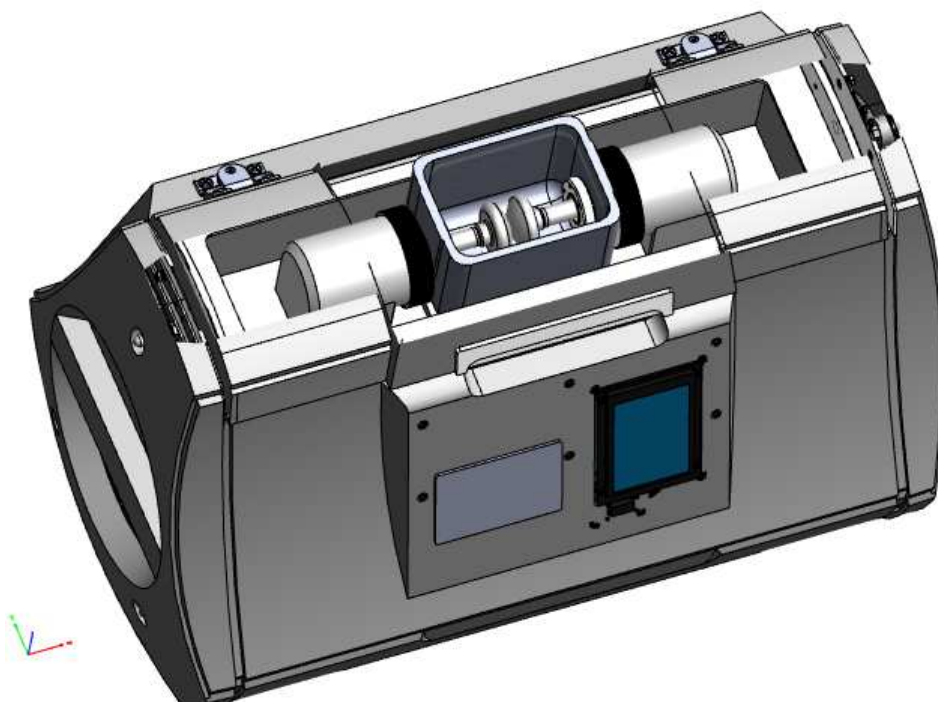
Боковые панели установки (11) имеют интегрированные в них ручки для переноски установки (12).

Измерительная ячейка устанавливается при открытой крышке установки **TOR-60** своими опорами (16), содержащими контакты входных электродов, непосредственно на контакты выходных электродов (17) высоковольтного трансформатора.

Также к конструктивному модулю установки измерительной ячейки относится привод перемешивания масла, состоящий из управляемого электродвигателя (18) и Т-образного пластикового привода перемешивания (19) с вмонтированными в его верхнюю часть магнитами, передающими вращательное усилие от двигателя на перемешивающее устройство, расположенное внутри чашки измерительной ячейки.

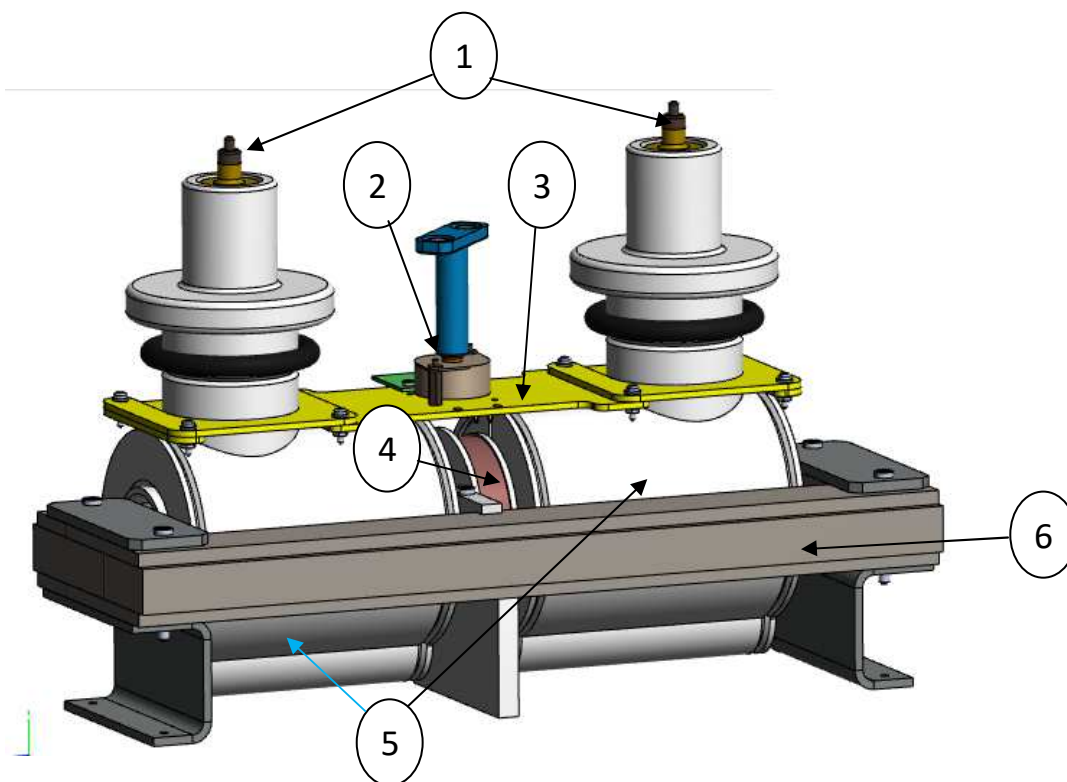
Внешний вид верхней части установки с размещенной в ней измерительной ячейкой приведен на рисунке 3.

Рисунок 3. Размещение измерительной ячейки в установке **TOR-60**.



Внешний вид высоковольтного трансформатора представлен на рисунке 4.

Рисунок 4. Высоковольтный трансформатор.



Сносками на рисунке 4 обозначены:

1. Высоковольтные контакты выходных электродов,
2. Привод перемешивания масла,
3. Крепежная пластина,
4. Первичная обмотка,
5. Катушки вторичных обмоток,
6. Магнитопровод.

Управление подъемом напряжения происходит с помощью микроконтроллера, который управляет работой задающего инвертора. Управляемый задающий инвертор работает по командам, поступающим от платы управления установки.

При работе установки переменное (50 – 60 Гц) высокое напряжение с контактов вторичных обмоток трансформатора через электроды ячейки подается на налитый в чашку ячейки исследуемый жидкий диэлектрик. Пробой происходит между электродами ячейки через пространство, заполненное жидким диэлектриком.

5.4. Описание измерительных ячеек.

5.4.1. Ячейка с магнитным перемешивателем.

Внешний вид и внутреннее устройство измерительной ячейки с магнитным перемешивателем или без него представлены на рисунках 5.1 и 5.2.

Рисунок 5.1. Внешний вид измерительной ячейки (со снятой крышкой).

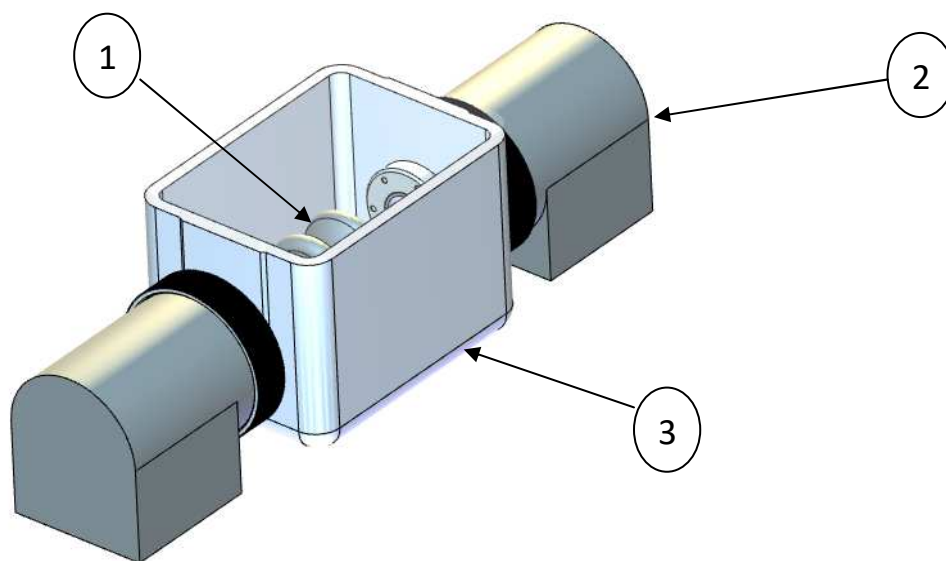
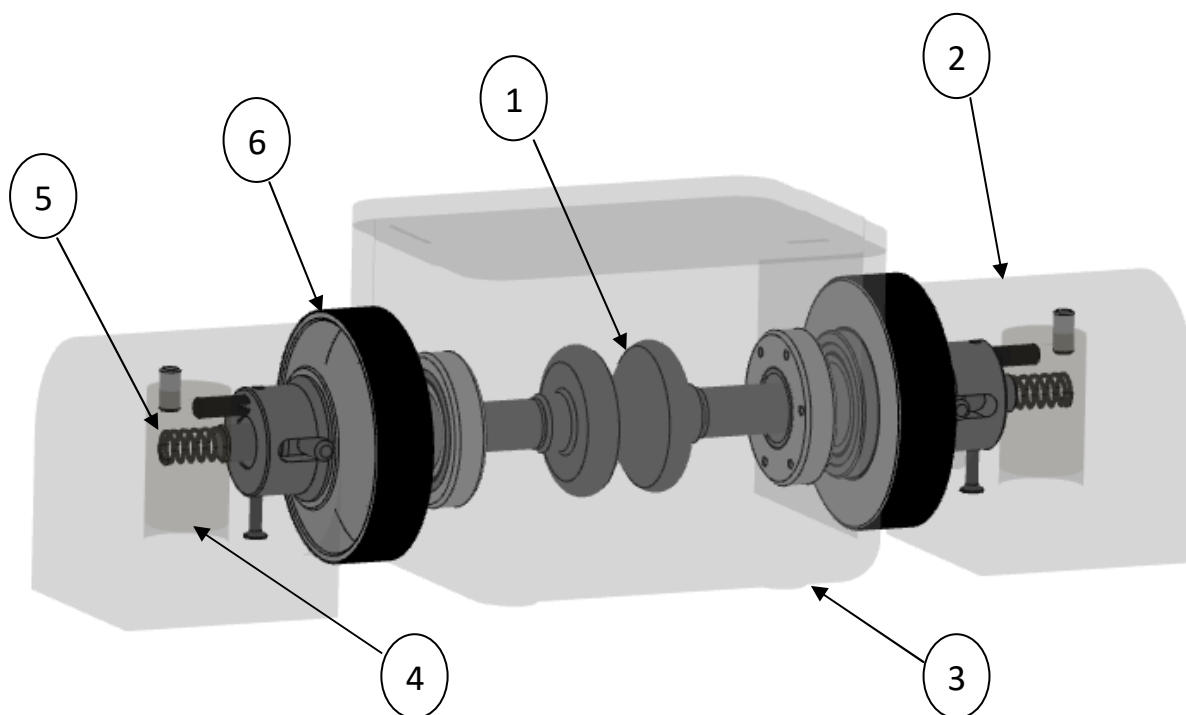


Рисунок 5.2. Устройство измерительной ячейки.



Сносками на рисунках 5.1, 5.2 обозначены:

1. Высоковольтные электроды ячейки,
2. Корпус электрода с токоведущими частями,
3. Чашка ячейки,
4. Контакты подачи высокого напряжения,
5. Токопроводящие детали опор,
6. Гайки регулировки зазора с лимбом.

Контакты подачи высокого напряжения (4) в рабочем положении устанавливаются на контакты высоковольтных электродов трансформатора. Далее напряжение через токопроводящие детали опор (5) поступает на высоковольтные электроды ячейки (1), между которыми и происходит (или не происходит) электрический пробой в масле или другой изолирующей жидкости, налитой в чашку (3). Корпус электрода (2) сделан из изолирующего материала и содержит внутри токоведущие детали (5), изолируя их от внешней среды. Регулировочные гайки (6), с нанесенными на них делениями лимба, предназначены для регулировки зазора между высоковольтными электродами. Зазор при этом контролируется с помощью пластин – установщиков зазора из комплекта поставки установки.

5.4.2. Для данного исполнения TOR-60 не использован.

5.4.3. Применяемость различных типов ячеек и электродов для различных стандартов (справочный материал).

Формы и размеры применяемых типов электродов приведены на рисунках 7.1 – 7.3.

Рисунок 7.1. Грибовидные электроды.

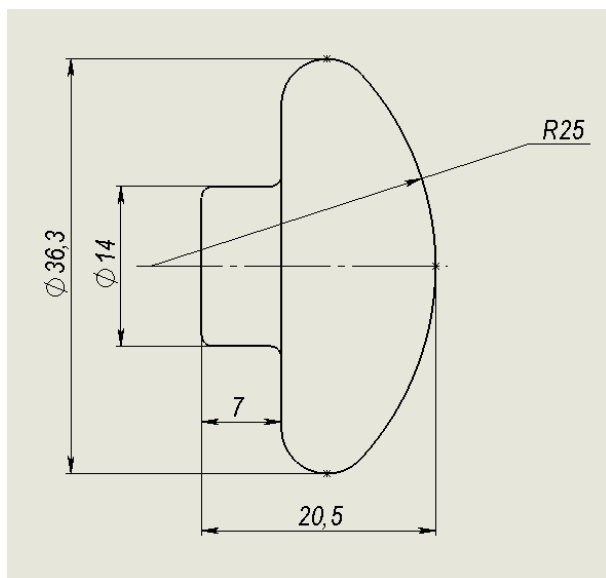


Рисунок 7.2. Плоские электроды.

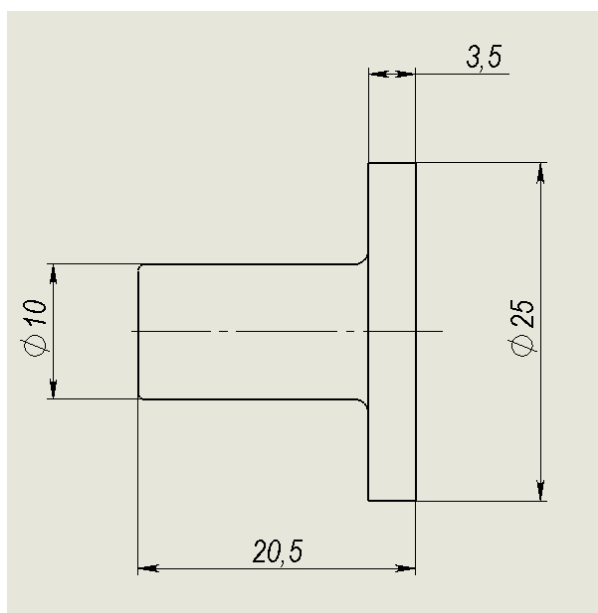
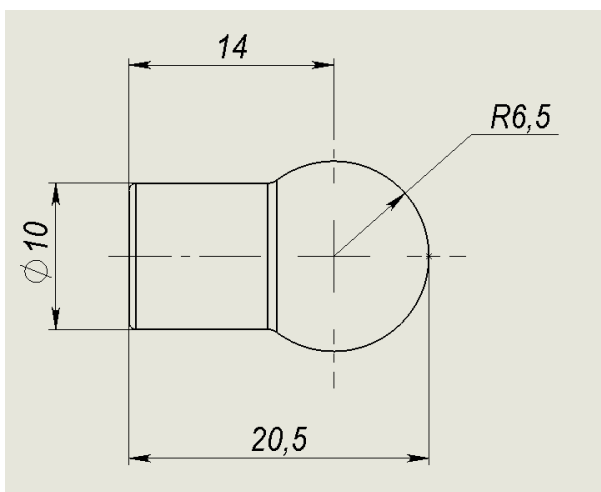
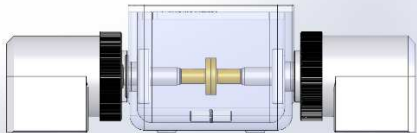
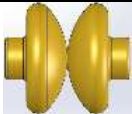
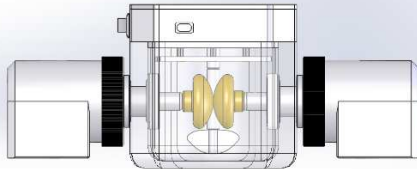
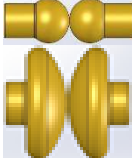
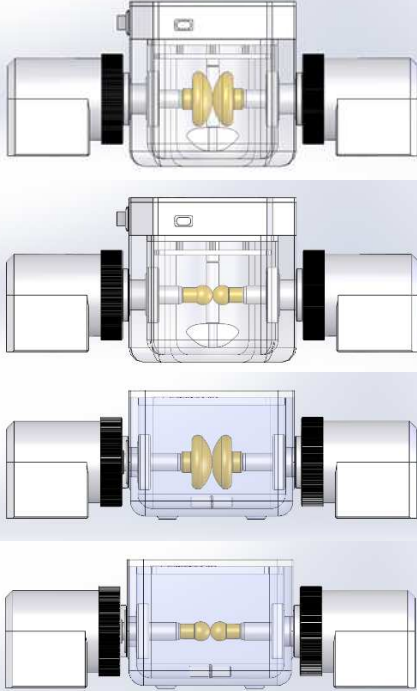
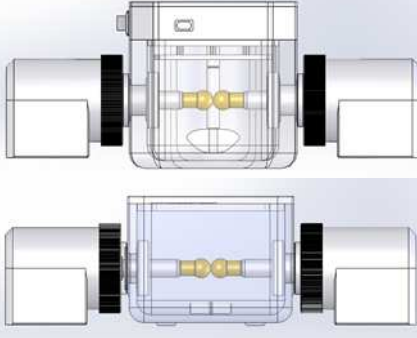
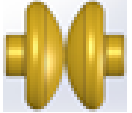
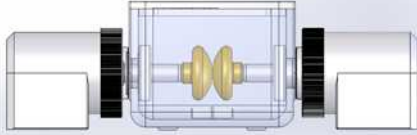


Рисунок 7.3. Сферические электроды.



Применяемость различных типов ячеек и электродов для различных стандартов измерений приведена в таблице 3.

Таблица 3. Соответствие типов ячеек и электродов стандартам измерения.

Стандарт	Электрод	Измерительная ячейка	Примечание
ASTM D877/M 87-PA ASTM D877/M 87-PB			Без перемешивающего устройства.
ASTM D1816-12 ASTM D1816-84A			Только для модификации “i” установки.
IEC60156-2018 и аналогичные*, IEC60156-1995			Варианты ячеек и электродов выбираются при заказе. Ячейка с импеллером может использоваться только в модификации “i” установки.
JIS C2101-1999			Варианты ячеек выбираются при заказе. Ячейка с импеллером может использоваться только в модификации “i” установки.
GOST6581-75			С магнитным перемешивающим устройством.
IRAM 2341-1972		Аналогично IEC60156	Аналогично IEC60156

5.5. Использование по назначению.

5.5.1. Подготовка установки к работе.

Вынуть установку из укладочного ящика и разместить на рабочем столе.

Провести замену транспортировочных заглушек деталями высоковольтных электродов высоковольтного трансформатора в соответствии с описанием п. 5.5.2.

Внимание! В случае, если установка перед распаковыванием хранилась или транспортировалась в условиях пониженной температуры (при температуре более чем на 15°С ниже, чем в помещении, где она будет эксплуатироваться), включать установку следует не менее чем через 2 – 3 часа после распаковывания.

Подключить провод заземления к клемме заземления установки.

Подключить установку к сети электропитания кабелем питания.

5.5.2. Замена транспортировочных заглушек высоковольтного трансформатора съемными деталями высоковольтных электродов.

5.5.2.1. Назначение транспортировочных заглушек.

Транспортировочные заглушки устанавливаются на предприятии-изготовителе установок TOR-60 на место съемных деталей высоковольтных электродов и предназначены для недопущения вытекания силиконового масла из выводов высоковольтного маслонаполненного трансформатора установки TOR-60 при транспортировке.

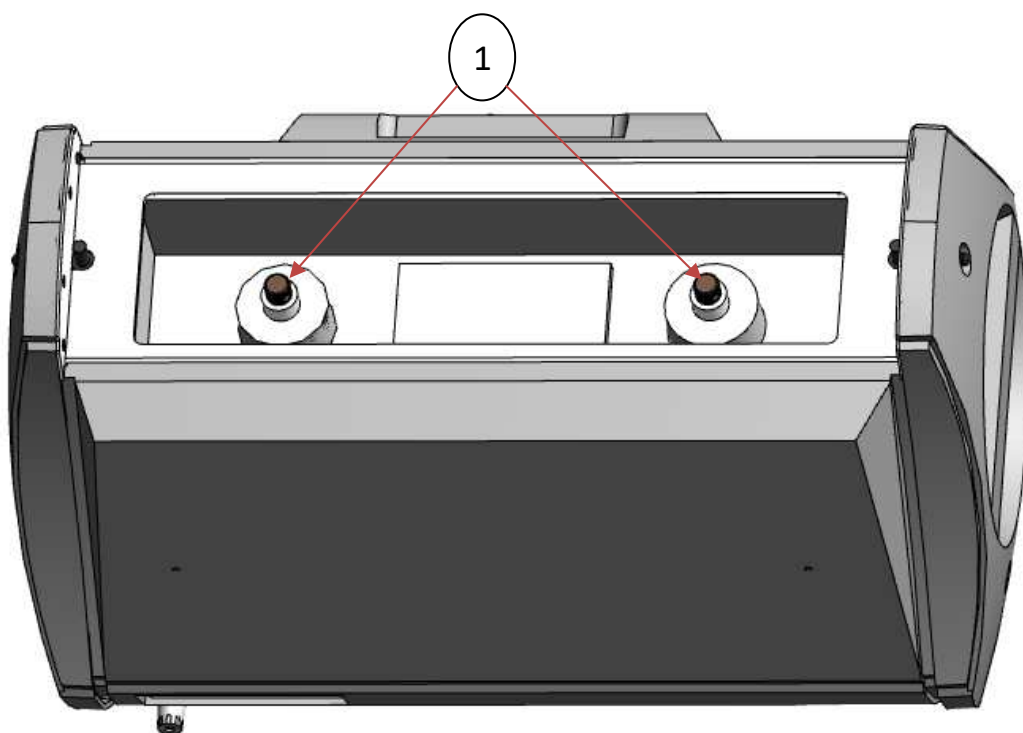
Вытекание может происходить в результате сильной тряски, наклоне или переворачивании установки.

После транспортировки перед началом эксплуатации установки транспортировочные заглушки должны быть сняты и на их место должны быть установлены съемные детали высоковольтных электродов.

5.5.2.2. Места установки транспортировочных заглушек и съемных деталей электродов.

Места установки транспортировочных заглушек и съемных деталей электродов приведены на рисунках 8.1 и 8.2.

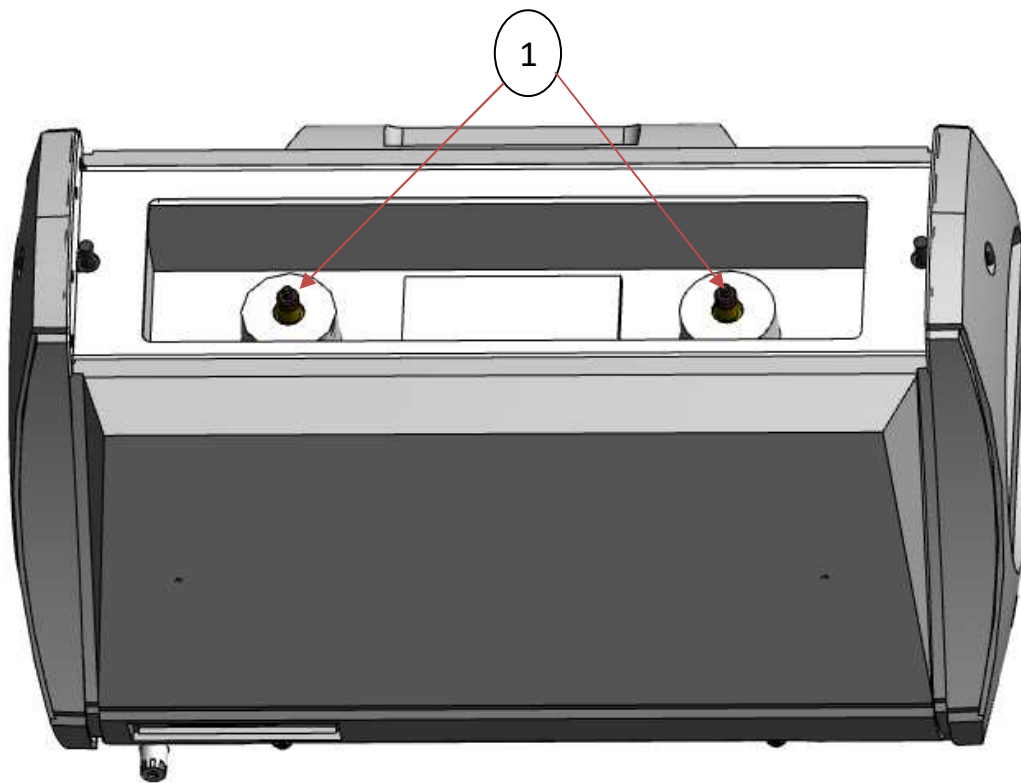
Рисунок 8.1. TOR-60 с установленными заглушками.



Цифрами на рисунке обозначены:

1 – установленные транспортировочные заглушки.

Рисунок 8.2. TOR-60 с установленными съемными деталями электродов.



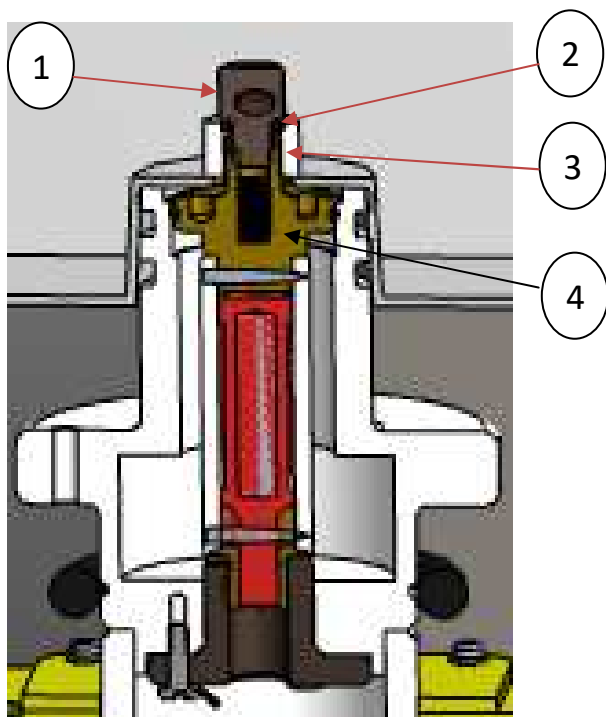
Цифрами на рисунке обозначены:

1 – установленные детали электродов.

5.5.2.3. Порядок разборки и извлечения транспортировочных заглушек.

Внутренний вид вывода высоковольтного трансформатора с установленной заглушкой приведен на рисунке 8.3.

Рисунок 8.3. Вывод трансформатора с заглушкой.



Цифрами на рисунке 8.3 обозначены:

- 1 - Фиксатор,
- 2 - Уплотнительное кольцо,
- 3 - Проставка,
- 4 – Несъемная деталь электрода.

Внешний вид деталей, составляющих заглушку, приведен на рисунках 8.4, 8.5, 8.6.

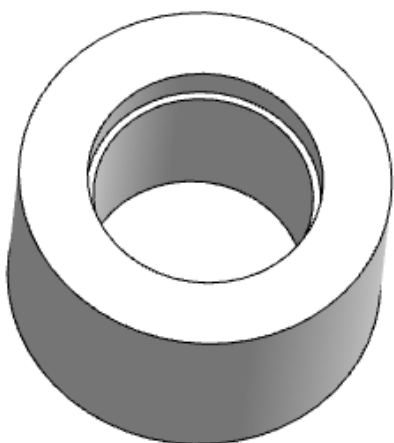
Рисунок 8.4. Фиксатор.



Рисунок 8.5. Уплотнительное кольцо.

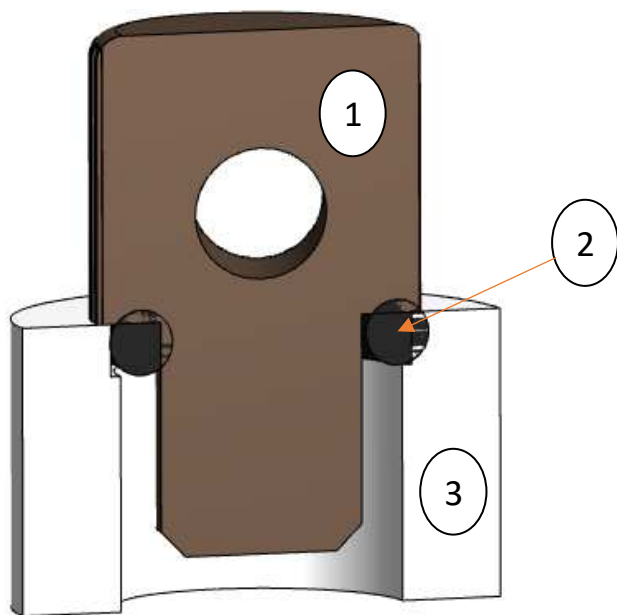


Рисунок 8.6. Проставка.



Разрез заглушки в сборе приведен на рисунке 8.7.

Рисунок 8.7. Заглушка в сборе.



Цифрами на рисунке 8.7 обозначены:

1. Фиксатор,
2. Уплотнительное кольцо,
3. Проставка.

В нижней части фиксатор имеет наружную резьбу, которой он при установке ввинчивается в несъемную деталь электрода.

Разборку и извлечение транспортировочной заглушки следует производить в следующем порядке:

- Вывинтить фиксатор из несъемной детали электрода,
- Вынуть уплотнительное кольцо,
- Снять проставку.

Детали транспортировочных заглушек следует сохранять.

В случае необходимости транспортировки установки (например, для ремонта или передачи), транспортировочные заглушки следует устанавливать на трансформатор, предварительно сняв съемные детали электродов.

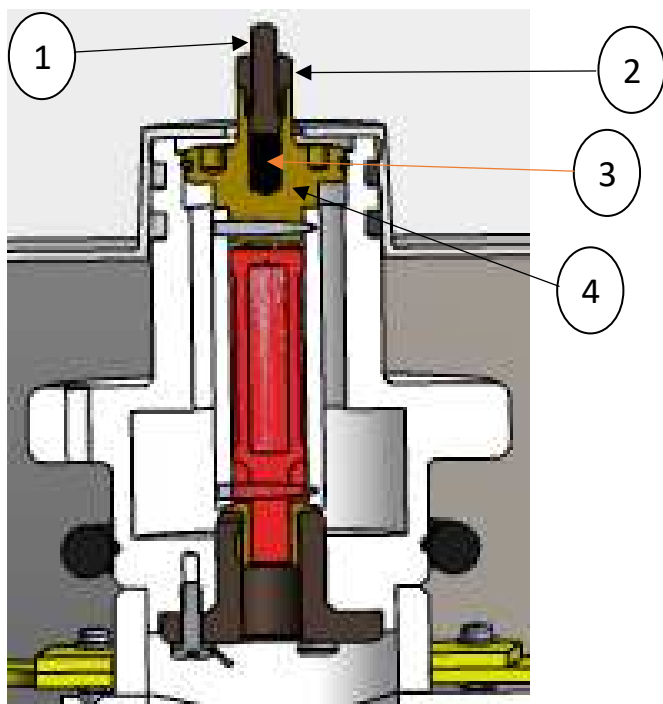
Устанавливать заглушки следует в порядке, обратном их разборке и съему.

5.5.2.4. Порядок установки съемных деталей электродов.

После разборки и удаления транспортировочных заглушек, следует на их место установить съемные детали электродов.

Внутренний вид вывода высоковольтного трансформатора с установленными съемными деталями электродов приведен на рисунке 8.8.

Рисунок 8.8. Вывод трансформатора со съёмными деталями электродов.



Цифрами на рисунке 8 обозначены:

- 1 – Прижимной контакт,
- 2 – Фиксирующий контакт,
- 3 – Пружина,
- 4 – Несъемная деталь электрода.

Внешний вид съёмных деталей электродов приведен на рисунках 8.9, 8.10, 8.11.

Рисунок 8.9. Прижимной контакт.



Рисунок 8.10. Фиксирующий контакт.

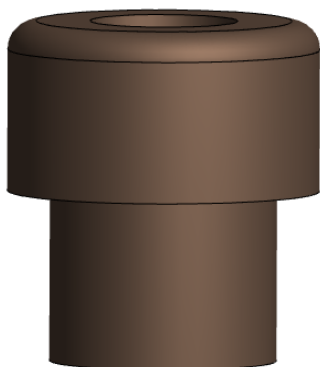
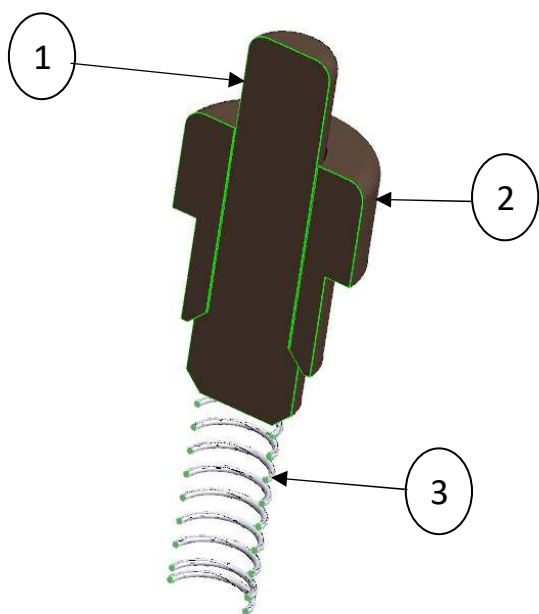


Рисунок 8.11. Пружина.



Разрез съемной части электрода в сборе представлен на рисунке 8.12.

Рисунок 8.12. Разрез съемной части электрода.



Цифрами на рисунке 8.12 обозначены:

- 1 – Прижимной контакт,
- 2 – Фиксирующий контакт,

3 – Пружина.

В нижней части фиксирующий контакт имеет наружную резьбу, которой он при установке ввинчивается в несъемную деталь электрода.

Установку съемной части электрода нужно производить в следующем порядке:

- Вставить пружину в углубление нижней детали электрода,
- Установить на пружину прижимной контакт,
- Удерживая прижимной контакт, вставить его верхнюю часть в отверстие фиксирующего контакта и ввинтить фиксирующий контакт в несъемную деталь электрода.

В случае необходимости транспортировки установки (например, для ремонта или передачи), съемные детали электродов следует снять и установить на их место транспортировочные заглушки.

Снимать детали электродов следует в порядке, обратном их установке.

5.5.3. Подготовка **и обслуживание** измерительной ячейки.

Вынуть из укладочного ящика и распаковать ячейку. Удалить консервационную смазку с электродов с помощью ветоши, смоченной в **растворе для очистки и промывания из комплекта поставки установки**, или другой указанной в п. 6.4.2 очищающей жидкости, после чего протереть их тканью, не дающей ворсы, смоченной в аналогичной жидкости. Затем протереть электроды такой же чистой сухой тканью.

Установить зазор между электродами измерительной ячейки с помощью пластины установщика зазора согласно п. **5.5.3.1**.

Рабочие поверхности пластины установщика должны быть чистыми и ровными, без забоев и вмятин.

Установщик зазора должен храниться смазанным консервационной смазкой и обернутым водонепроницаемой бумагой.

Измерительную ячейку следует хранить в чистом, сухом и защищенном от пыли месте, накрытую крышкой и заполненную чистой изолирующей жидкостью такого типа, который обычно подвергается испытаниям.

В случае смены типа испытываемой жидкости, жидкость, наполнявшую ячейку при хранении, следует слить и промыть ячейку образцом чистой жидкости такого типа, который предстоит испытывать.

Электроды после длительного хранения, а также длительного использования, рекомендуется полировать согласно п. **6.4.3** с последующей промывкой чистой диэлектрической жидкостью. Для этого их необходимо снять, предварительно раздвинув на максимально возможное расстояние. Устанавливать электроды на место нужно с максимальной осторожностью, для недопущения нарушения полировки и избегая прикосновений к полированным поверхностям. После установки электродов необходимо выставить и проконтролировать межэлектродный зазор.

5.5.3.1. Порядок выставления межэлектродного зазора.

Варианты калибров для выставления межэлектродных зазоров приведены на рисунках **9.1 – 9.4**.

Рисунок 9.1. Установщик зазора 1 мм (стандарт ASTM D 1816).

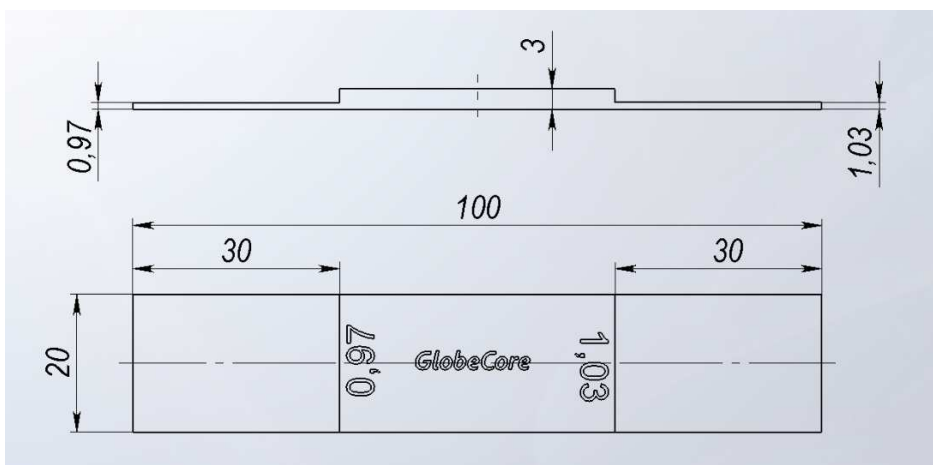


Рисунок 9.2. Установщик зазора 2 мм (стандарт ASTM D 1816).

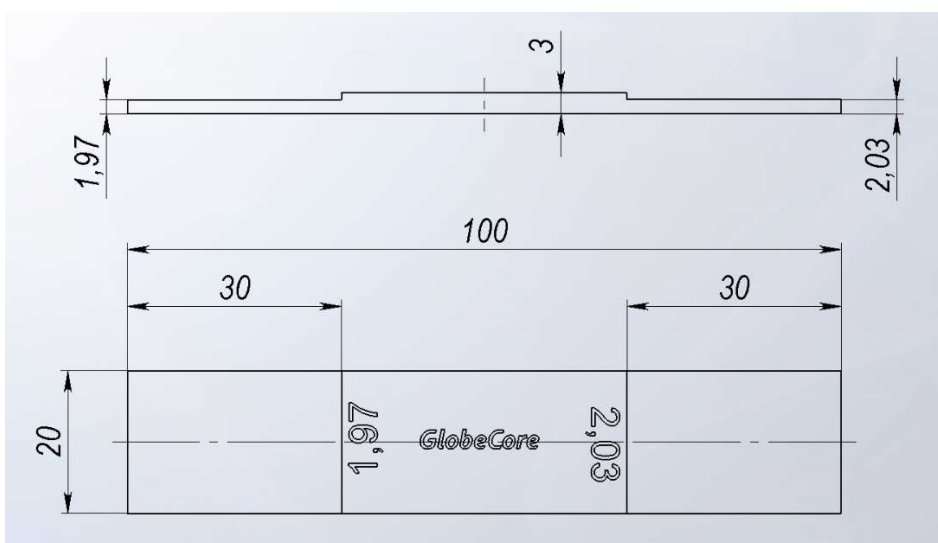


Рисунок 9.3. Установщик зазора 2,54 мм (стандарт ASTM D877).

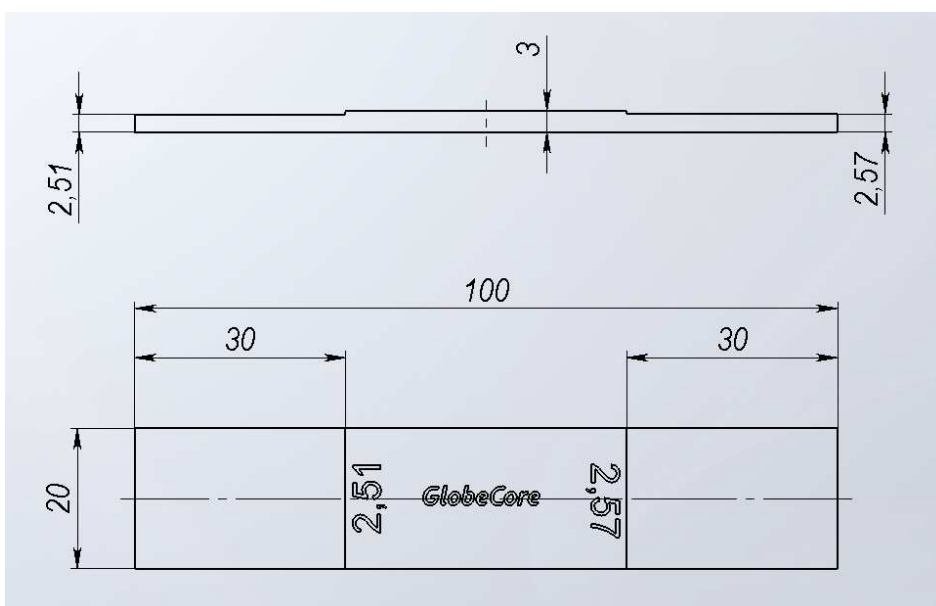
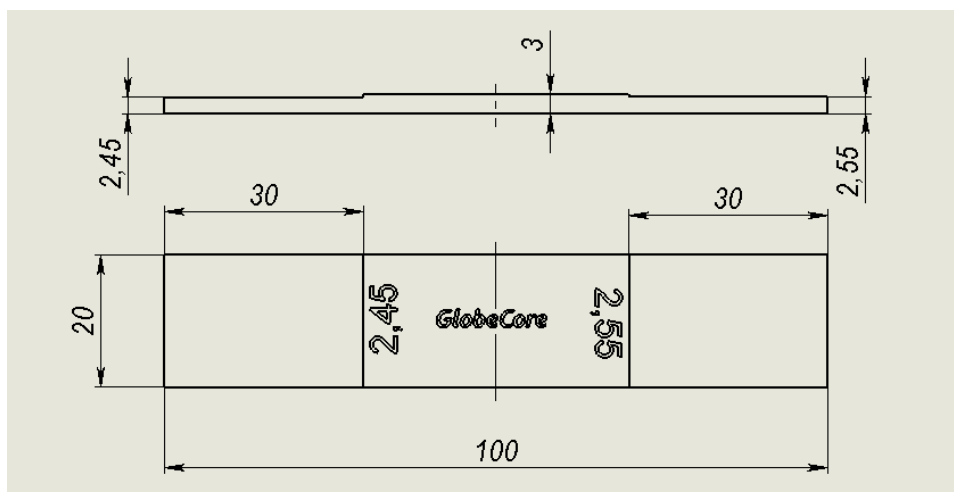


Рисунок 9.4. Установщик зазора 2,5 мм (стандарт IEC 60156 и аналогичные).



Каждый установщик зазора имеет более тонкую и более толстую сторону. Тонкая сторона имеет толщину на 0,3 или 0,5 мм тоньше, чем величина выставляемого зазора. Толстая сторона соответственно на 0,3 или 0,5 мм толще величины зазора.

Толщины сторон обозначены гравировкой на установщике зазора.

Выставление зазора должно выполняться следующим образом:

- 1) С помощью регулировочных гаек измерительной ячейки с нанесенными на них делениями лимба (см. Рис. 5.2) развести электроды таким образом, чтобы между ними свободно проходили как тонкая, так и толстая стороны установщика зазора.
- 2) Вставить установщик зазора тонкой стороной между электродами.
- 3) Свести электроды с помощью регулировочных гаек таким образом, чтобы они коснулись сторон установщика зазора.
- 4) Слегка развести электроды таким образом, чтобы тонкая сторона установщика свободно проходила между ними.
- 5) Убедиться, что толстая сторона установщика зазора не проходит между электродами.

Соблюдение указанных критериев означает, что зазор установлен правильно.

5.5.3.2. Подготовка электродов согласно требований стандарта IEC 60156.

В случае работы по стандарту IEC 60156, необходимо выполнить подготовку электродов согласно п. 6.4.4 раздела “Техническое обслуживание”.

5.5.3.3. Промывание измерительной ячейки в ходе эксплуатации.

В ходе эксплуатации измерительной ячейки на ее состояние может влиять состав и состояние изоляционной жидкости, которая подвергается испытаниям. Жидкость, содержащая недопустимые примеси или избыточное количество влаги может вызвать невидимые на глаз загрязнения внутренних поверхностей чашки ячейки. Под влиянием этих загрязнений результаты последующих испытаний жидкостей, даже находящихся в хорошем состоянии, могут деградировать.

Во избежание этого следует выполнять процедуру промывания и сушки ячейки после испытания очередной пробы масла всегда в случае, если результат прошедшего испытания показал плохое состояние масла. Критериями плохого состояния масла в общем случае являются низкое среднее напряжение пробоя пробы (ниже 45 – 50 кВ) и большой разброс значений пробивного напряжения, полученных в циклах процедуры тестирования (более 20 – 30% при наименьших значениях напряжений пробоя ниже 45 кВ).

В случае, если испытания проб показывали хорошие и стабильные результаты, следует выполнять процедуру промывания и сушки ячейки не реже чем один раз за рабочую смену, желательно перед началом первого испытания.

Также рекомендуется выполнять данную процедуру перед началом использования ячейки после ее хранения или длительного перерыва в эксплуатации установки. В случае, если ячейка хранилась наполненной пробой масла, порядок действий должен быть следующим:

- Слить пробу масла, которой была наполнена ячейка при хранении,
- Провести процедуру промывания и сушки ячейки,
- Промыть ячейку пробой масла заведомо хорошего состояния (если такого масла в распоряжении оператора нет, этот этап следует пропустить).

Процедуру промывания и сушки измерительной ячейки следует проводить в следующем порядке:

- тщательно промыть внутренние поверхности чашки ячейки и электроды жидкостью для очистки и промывания из комплекта поставки установки или изопропиловым спиртом (99,9%), при помощи чистой малярной кисточки;

- Протереть внутреннюю часть ячейки чистой салфеткой, не дающей ворсы;
- просушить ячейку горячим воздухом при помощи строительного фена ($t = 90 - 100^{\circ}\text{C}$) в течение 5 - 7 минут или выдержать ячейку в жарочном шкафу 30 мин при температуре $50-60^{\circ}\text{C}$.

После выполнения данной процедуры перед началом испытаний следует промыть ячейку маслом, взятым из пробы, подлежащей испытанию.

5.5.4. Для данного исполнения TOR-60 не использован.

5.5.5. Подготовка пробы жидкого диэлектрика.

Пробой жидкого диэлектрика является его объем, одновременно отобранный в один сосуд из емкости для хранения или аппарата, в котором он используется. Порцией является часть пробы, которая заливается в измерительную ячейку.

Испытание проводится при температуре диэлектрика от $+15$ до $+35^{\circ}\text{C}$ (чаще около 20°C , см. таблицу 5). При этом температура диэлектрика не должна отличаться от температуры окружающей среды, для чего проба должна находиться в помещении, в котором проводится испытание не менее 30 минут перед испытанием. Проба до испытания должна находиться в плотно закрытом сосуде из химически нейтрального материала (стекло, лабораторное стекло или керамика) и быть защищена от попадания прямого солнечного света.

Сосуд с пробой перед испытанием необходимо несколько раз осторожно перевернуть для равномерного распределения взвесей в объеме пробы, но избегая при этом появления пузырьков.

После этого порция жидкого диэлектрика осторожно наливается в измерительную ячейку, где выдерживается в течение 10 минут перед началом испытания.

Более подробно рекомендации и требования по отбору, хранению и использованию проб масла для испытаний изложены в разделе 5.5.10 настоящего РЭ,ПС.

5.5.6. Порядок работы.

Открыть крышку установки, осторожно, без резких движений, установить измерительную ячейку, предварительно наполненную порцией жидкого диэлектрика на высоковольтные электроды установки и закрыть крышку.

Включить сетевой выключатель.

Начинать подачу высокого напряжения без установленной измерительной ячейки запрещается!

5.5.7. Описание интерфейса пользователя.

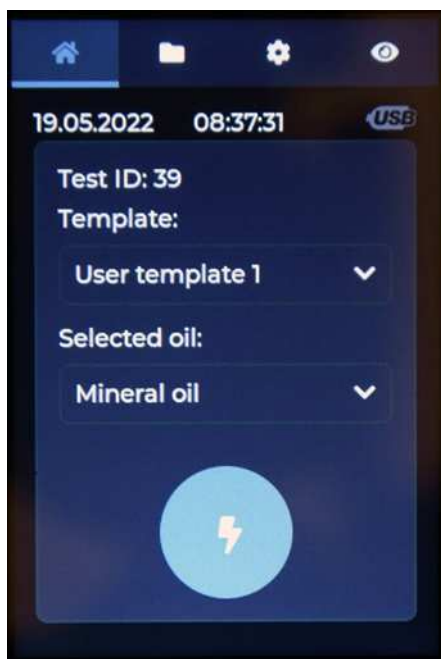
После включения питания на дисплее отображается стартовый экран, изображенный на рисунке 10.1.

Рисунок 10.1. Стартовый экран TOR-60.



Через несколько секунд стартовый экран сменяется стартовым окном измерения, внешний вид которого изображен на рисунке 10.2.

Рисунок 10.2. Стартовое окно измерения.



В данном окне оператору предоставляется возможность выбора шаблона измерения и типа масла.

Переход к окнам выбора происходит прикосновением к соответствующей надписи меню на экране.

Окно выбора типа масла представлено на рисунке 10.3.

Рисунок 10.3. Окно выбора типа масла.



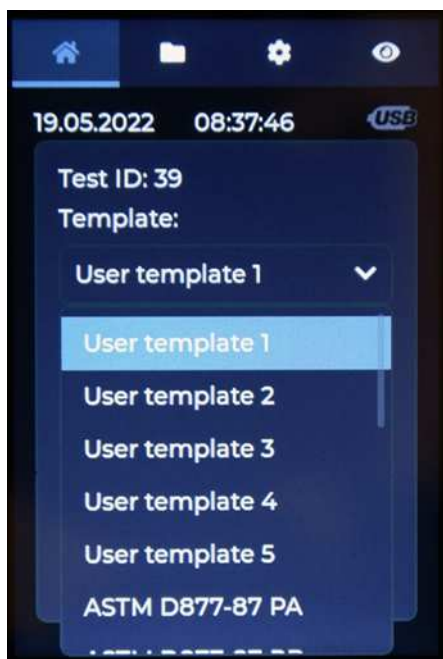
Оператору предоставляется возможность выбора одного из следующих типов масла:

- Минеральное масло (Mineral oil),
- Силиконовое масло (Silicone oil),
- Синтетическое эфирное масло (Synthetic ester),
- Натуральное эфирное масло (Natural ester).

Первоначально предлагается один из типов масла, выбранный ранее. Он отмечен галочкой на экране. При необходимости изменить тип масла, выбор данной функции производится прикосновением к соответствующей строке, после чего на экране появляется выпадающее меню с перечнем вариантов масла для выбора. Прикосновением к строке выпадающего меню, содержащей нужный тип масла, производится его выбор, после чего этот тип, отмеченный галочкой, индицируется в окне исходного меню.

Окно выбора шаблона измерения представлено на рисунке 10.4.

Рисунок 10.4. Окно выбора шаблона измерения.

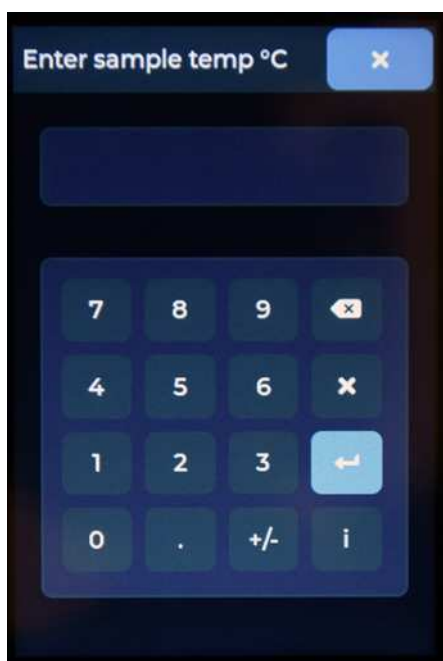


Первоначально предлагается один из шаблонов (стандартов или пользовательских процедур), выбранный ранее. Он отмечен галочкой на экране. При необходимости изменить шаблон, выбор данной функции производится прикосновением к соответствующей строке, после чего на экране появляется выпадающее меню с перечнем вариантов шаблонов для выбора. Прикосновением к строке выпадающего меню, содержащей нужный

шаблон, производится его выбор, после чего этот шаблон, отмеченный галочкой, индицируется в окне исходного меню.

Следующим действием оператора для начала испытания является прикосновение к кнопке Старт (обозначена изображением молнии). В случае, если выносной датчик температуры не подключен, после ее нажатия оператору предлагается ввести измеренное значение температуры пробы масла. Вид окна ввода температуры представлен на рисунке 10.5.

Рисунок 10.5. Окно ввода значения температуры масла.



Температура пробы может быть заранее измерена бесконтактным инфракрасным датчиком, ртутным термометром или другим способом.

Значение температуры устанавливается в десятичном цифровом виде в градусах С и подтверждается нажатием клавиши “ВВОД”.

В случае, если подключен выносной датчик температуры, измеренное значение температуры устанавливается автоматически.

После установления значения температуры установка автоматически переходит к выполнению процедуры тестирования.

Окно процедуры тестирования представлено на рисунке 10.6.

Рисунок 10.6. Окно процедуры тестирования (подъем напряжения).



В данном окне представлена следующая информация:

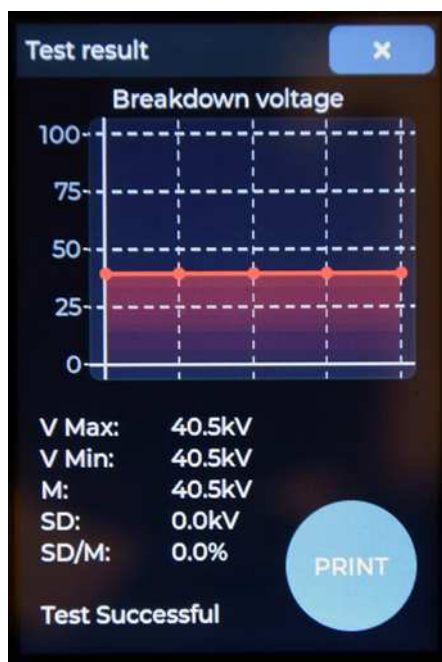
- Номер текущего подъема напряжения в серии, в данном примере (1 из 5).
- Текущее значение напряжения (на круговой шкале).
- Текущее состояние (процесс) между пробоями. Индицируется изображением часов с движущейся секундной стрелкой с обратным отсчетом. Если при этом изображение пропеллера в нижней части экрана вращается, текущий процесс – перемешивание. Если неподвижно, текущий процесс – пауза.

Также оператору предоставляется возможность остановки подъема напряжения и прерывания испытания со сбросом напряжения (прикосновением к кнопке STOP).

По окончании испытательной серии выдается итоговое сообщение.

Окно итогового сообщения по результатам испытания изображено на [рисунке 10.7](#).

Рисунок 10.7. Результат тестирования.



Окно содержит значения напряжений пробоя в текущей серии, отображенные в графическом виде.

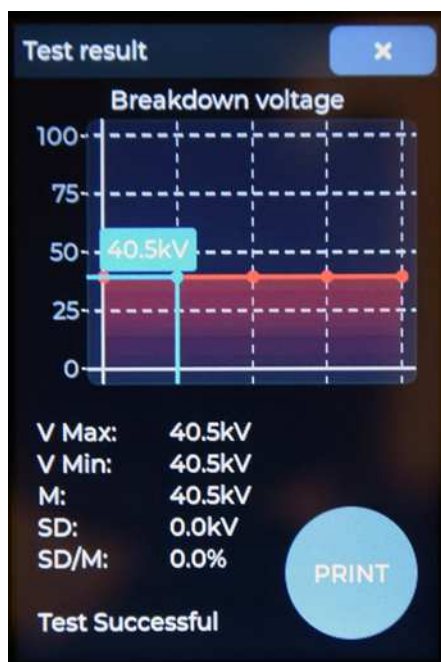
Ниже графика в текстовом виде показаны численные значения параметров, характеризующих качество проведенного измерения:

- V Max, V Min - Максимальное и минимальное значение напряжения пробоя в серии.
- M (Mean) Среднее значение напряжения пробоя в серии.
- SD (Standard Diviation) – Среднеквадратическое отклонение.
- SD/M – Отношение среднеквадратического отклонения к среднему значению.

Также оператору предоставляется возможность распечатать отчет на встроенном принтере (кнопка PRINT).

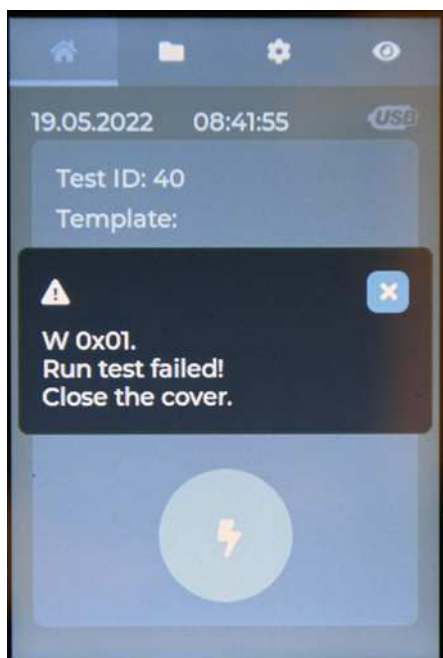
Оператору предоставляется возможность просмотреть численные значения напряжений пробоя в каждом цикле серии. Индикация численного значения выполняется при прикосновении к соответствующей точке графика, как представлено на рисунке 10.8.

Рисунок 10.8. Индикация численного значения напряжения пробоя.



Если во время тестирования будет открыта крышка прибора, процесс подъема напряжения мгновенно прерывается, напряжение падает до нуля и на экран выдается сообщение, приведенное на **рисунке 10.9**.

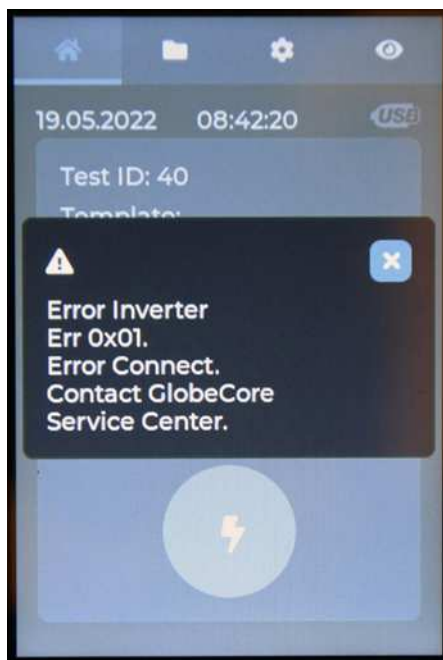
Рисунок 10.9. Индикация прерывания теста при открытой крышке установки.



При работе установки в режиме тестирования выполняется постоянная самодиагностика состояния ответственных модулей и связи между ними. В случае нарушения работы инвертора, или связи между инвертором и

модулем управления, на экране возникает сообщение, отображенное на рисунке 10.10.

Рисунок 10.10. Состояние “Ошибка инвертора, нарушение связи”.

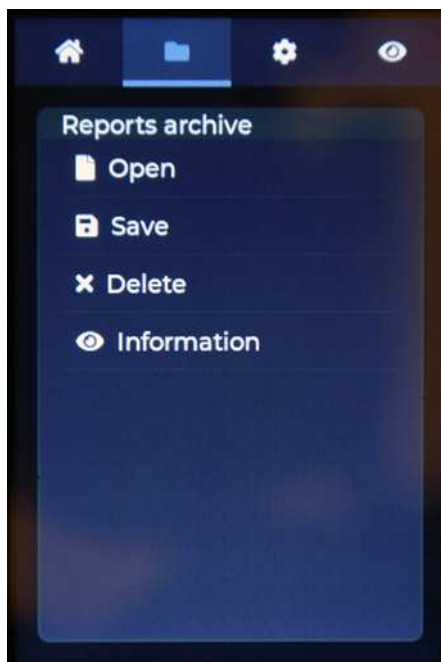


В этом случае тест прерывается, напряжение сбрасывается в “0” и выдается сообщение о необходимости обратиться в сервисную службу предприятия – изготовителя.

Следующим разделом меню пользователя является работа с архивами данных измерения. В этот архив автоматически записываются все отчеты успешно завершенных испытательных серий. Переход в режим работы с архивом выполняется прикосновением к иконке “файл” в верхней части экрана.

Стартовое окно меню работы с архивом изображено на рисунке 10.11.

Рисунок 10.11. Главное окно работы с архивом.

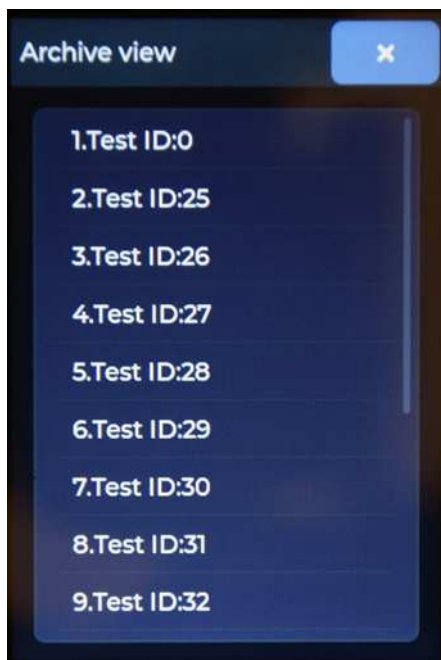


В этом окне оператору предоставляются следующие возможности:

- Открыть список отчетов, содержащихся в архиве (Open),
- Сохранить отчеты, содержащиеся в архиве, на USB Flash накопитель (Save),
- Очистить архив (Delete),
- Получить доступ к информации о степени наполненности архива (Information).

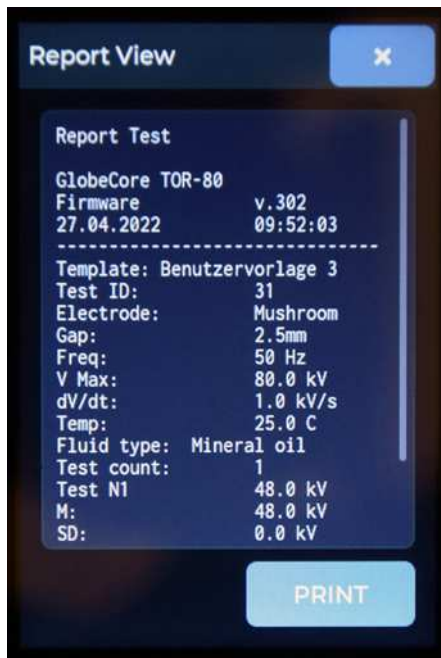
Вид списка отчетов, который открывается после прикосновения к иконке "Open" представлен на [рисунке 10.12](#).

Рисунок 10.12. Список отчетов.



После прикосновения к нужному отчету, открывается его содержимое, изображенное на рисунке 10.13.

Рисунок 10.13. Содержание отчета.



Отчет содержит следующие данные:

Общие сведения:

- Название компании и изделия,
- Версия ПО,

- Дата и время проведения теста.

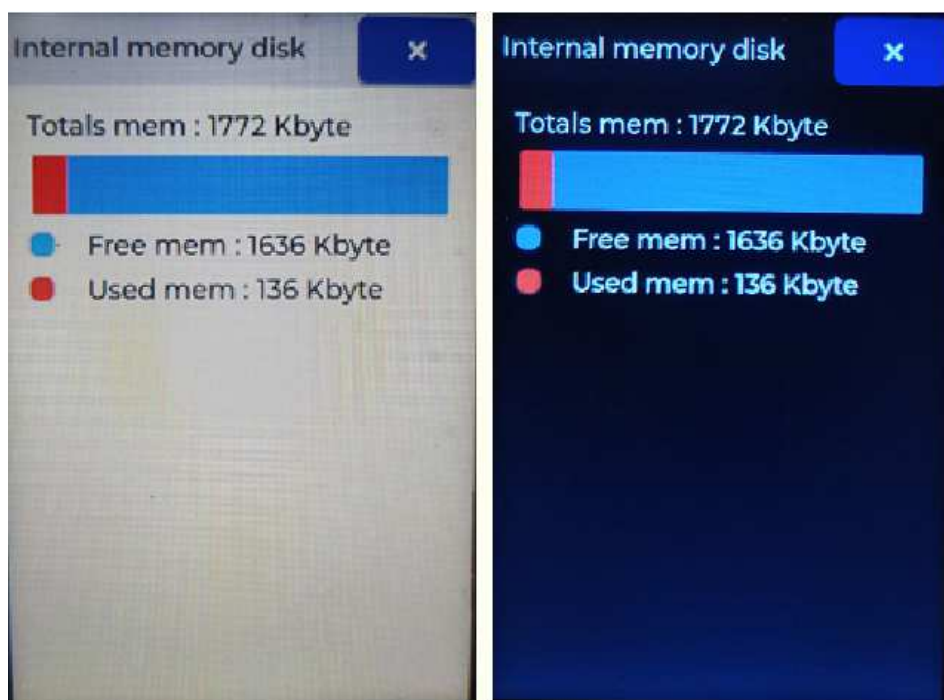
Данные и результаты тестирования:

- Название стандарта или пользовательского шаблона,
- Номер теста,
- Тип применяемых электродов,
- Установленный межэлектродный зазор,
- Частота испытательного напряжения, Гц,
- Скорость нарастания напряжения, кВ/с,
- Температура пробы, °С,
- Тип исследуемой жидкости,
- Количество циклов в процедуре тестирования,
- Среднее значение напряжения пробоя,
- Среднеквадратическое отклонение.

Печать отчета на встроенном принтере установки **TOR-60** выполняется прикосновением к кнопке PRINT.

После прикосновения к иконке и надписи “Information” пользователь получает доступ к информации о состоянии архива, изображенной на рисунке **10.14**.

Рисунок 10.14. Вид окна “Information” архива.

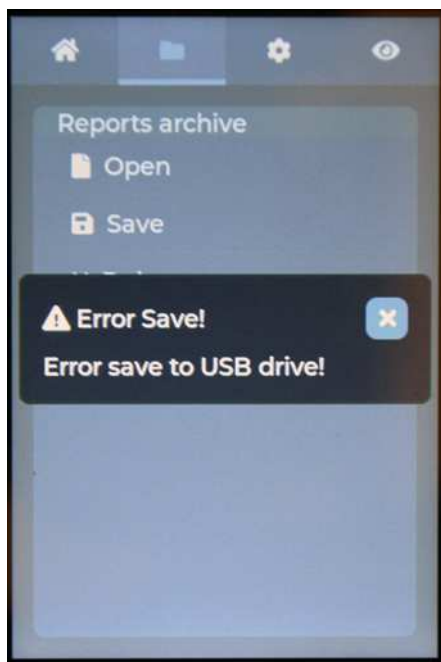


Окно представляет состояние о степени заполнения памяти архива в процентах в цифровом и графическом виде. Данная информация может быть использована для принятия решения о сохранении содержимого архива на внешний USB Flash накопитель и последующей очистки с целью освобождения памяти для следующих записей.

Действия по очистке архива и сохранении его содержимого могут быть выполнены прикосновениями к иконкам и надписям “Delet” и “Save” соответственно.

Окно информации, появляющееся при неудачной попытке выполнить сохранение данных на внешний USB Flash накопитель, показано на рисунке 10.15.

Рисунок 10.15. Информационное окно при сбое записи на Flash.

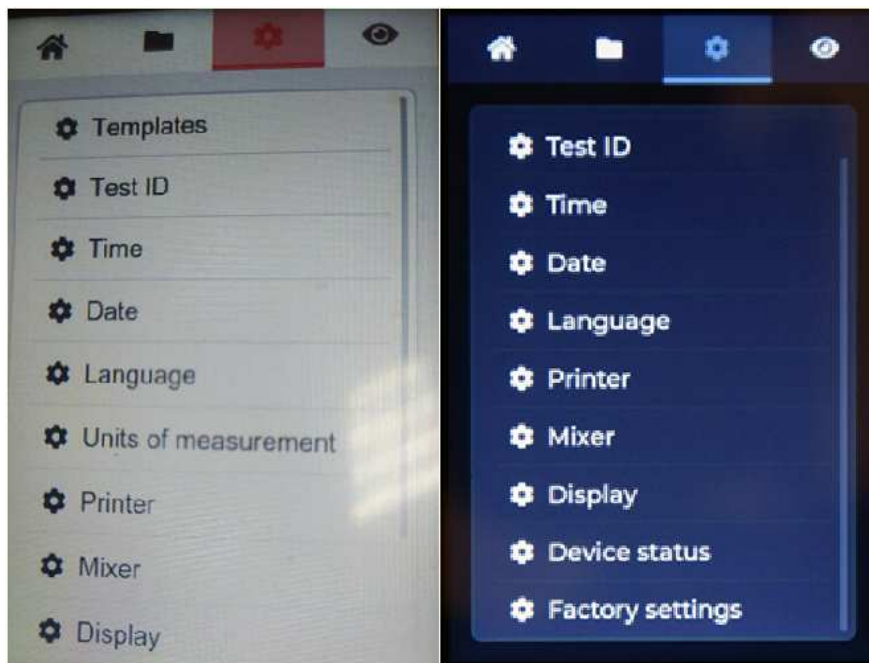


Такое сообщение может быть вызвано отсутствием или неисправностью подключенного USB Flash накопителя.

Прикосновение к следующей иконке из верхнего ряда главного меню установки вызывает переход в меню “Настройки”.

Внешний вид стартового окна меню “Настройки” представлен на рисунке **10.16**. Переход к нижней строке окна выполняется “прокруткой” строк с помощью движка в правой части экрана.

Рисунок 10.16. Окна меню “Настройки”.

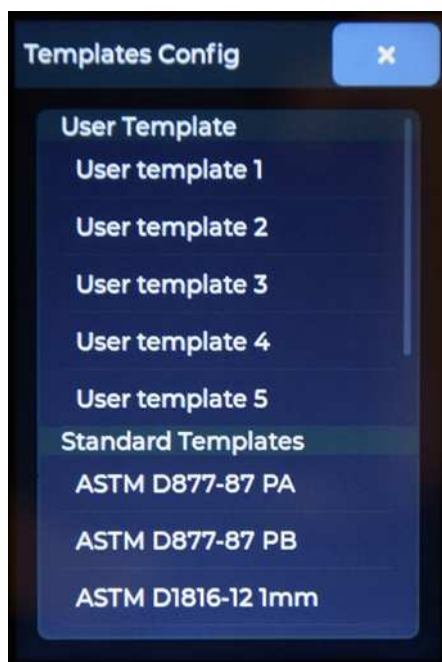


Данное меню предоставляет пользователю доступ для выполнения одной из следующих функций:

- Настройка шаблонов испытаний (Templates),
- Задание номера теста (Test ID),
- Установка времени (Time),
- Установка даты (Date),
- Выбор языка меню (Language),
- Выбор единиц измерения (Units of measurement),
- Задание режима работы принтера (Printer),
- Задание режима работы мешалки (Mixer),
- Установка режимов работы дисплея (Display),
- Отображение параметров состояния установки TOR-60 (Device status),
- Заводские настройки (Factory settings).

Меню выбора и настройки шаблонов измерения (Templates) изображено на рисунке 10.17.

Рисунок 10.17. Меню настройки шаблонов измерения (Templates Config).



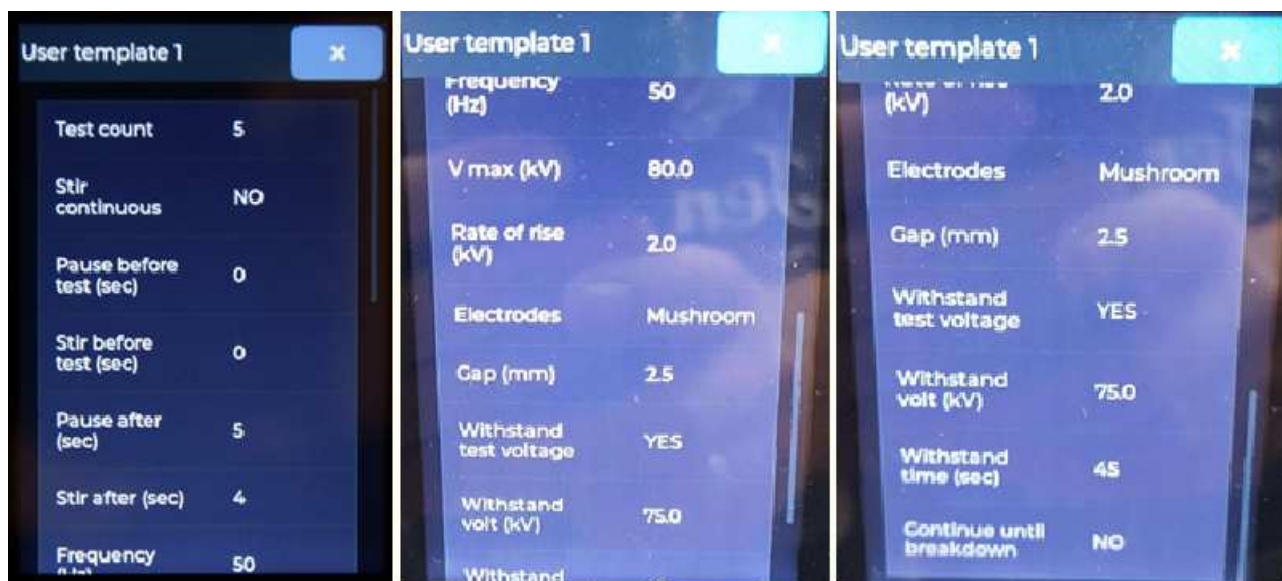
Установка **TOR-60** имеет два основных варианта шаблонов измерения – стандартные и пользовательские. Шаблоны измерения по стандартам (Standard Templates) программируются производителем и недоступны для редактирования пользователем. Набор стандартов может быть дополнен, а сами стандарты отредактированы в соответствии с последними версиями только сервисной службой изготовителя установки.

Пользовательские шаблоны (User Template), до пяти вариантов, программируются пользователем и определяют наиболее часто применяемые конкретным пользователем варианты проведения исследования, дополняющие, или упрощающие стандартные процедуры.

Перемещение по окну выбора шаблонов происходит с помощью прикосновения и перемещения виртуального “движка” в правой части экрана.

Настройка пользовательских процедур производится по параметрам, отображенным в меню, приведенном на **рисунке 10.18**.

Рисунок 10.18. Окна программирования пользовательской процедуры.



Каждая пользовательская настройка включает набор параметров, доступных для модификации пользователем. Их совокупность определяет каждый из пользовательских режимов.

Их содержание следующее:

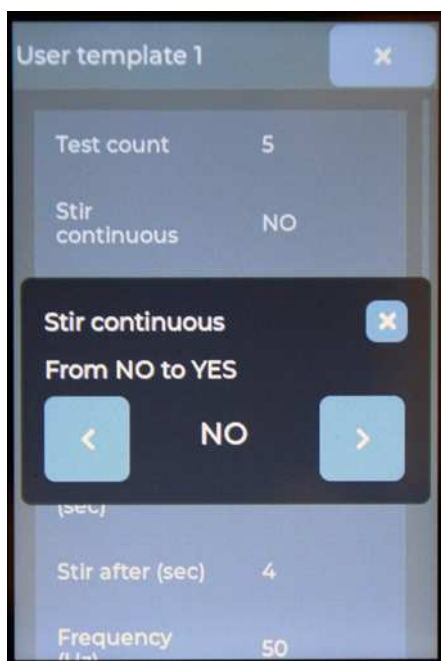
- Test count – количество циклов подъема напряжения в данной процедуре тестирования,
- Stir continuous – длительность цикла перемешивания,
- Pause before test (sec) – задержка после запуска теста перед подъемом напряжения,
- Stir before test (sec) – длительность перемешивания перед первым подъемом напряжения,
- Pause after (sec) – выдержка без перемешивания после каждого цикла подъема напряжения (кроме последнего),
- Stir after (sec) – длительность перемешивания после каждого цикла подъема напряжения (кроме последнего),
- Frequency (Hz) – частота испытательного напряжения,
- V max (kV) – верхняя граница испытательного напряжения,

- Rate of Rise (kV/s) – скорость подъема напряжения,
- Electrodes – Тип электродов,
- Gap (mm) – Зазор между электродами,
- Withstand test voltage – применение теста выдержки напряжения,
- Withstand volt (kV) – напряжение теста выдержки напряжения,
- Withstand time (sec) – время теста выдержки напряжения,
- Continue until breakdown – ожидание пробоя.

Задание количества циклов подъема напряжения производится прикосновением к соответствующей строке меню в открывающемся при этом окне. Максимальное количество циклов – 10.

Задание режима постоянного перемешивания отображено в окне, изображенном на рисунке 10.19.

Рисунок 10.19. Задание режима постоянного перемешивания.



В данном окне пользователю предоставляется возможность установить или отменить режим постоянного перемешивания в ходе тестирования (Stir continuous).

Возврат в меню – прикосновение к кнопке “х”.

Окно задания длительности паузы после очередного цикла подъема напряжения (Pause after test) отображено на рисунке 10.20.

Рисунок 10.20. Окно задания длительности паузы.



Задание длительности паузы в секундах (от 0 до 1800) после окончания предыдущего цикла подъема напряжения (Pause After) производится прикосновением к соответствующим кнопкам со стрелками (нарастание, или уменьшение). Выход из режима – прикосновение к кнопке “X”.

Задание длительности перемешивания после окончания предыдущего цикла подъема напряжения (Stir after test) проводится аналогичным образом в диапазоне от 0 до 1800 с (если не установлен режим постоянного перемешивания).

Задание длительностей паузы и перемешивания перед началом тестирования (перед первым циклом подъема напряжения) (pause before test, stir before test) выполняется аналогичным образом диапазоне от 0 до 1800 с после прикосновения к соответствующим строкам меню.

Frequency (Hz) – частота испытательного напряжения может задаваться в пределах 40 – 65 Гц. Рекомендуемое значение соответствует частоте сетевого напряжения в местности, где эксплуатируется установка, или отличается от него в пределах ± 2 Гц.

Верхняя граница испытательного напряжения задается в пределах максимального выходного напряжения для данной установки (80 кВ для TOR-60).

Скорость подъема напряжения регулируется в пределах от 0,5 до 10 кВ/с.

Тип применяемых электродов выбирается из трех вариантов – Mushroom, Sphere, Disk.

Зазор между электродами указывается в пределах от 0,0 до 10,0 мм.

Последние четыре параметра определяют Withstand test voltage – тест выдержки напряжения.

Тест выдержки напряжения – это особый вид тестирования, позволяющий определить время, которое образец электроизолирующей жидкости может выдержать до наступления пробоя при приложенном высоком напряжении заданной величины.

Проведение испытания согласно этой процедуре задается в строке Withstand test voltage. Если установлено “YES”, испытание проходит по ней. Если “NO”, испытание проходит по обычной процедуре с параметрами, заданными в предыдущих строках.

Процедура тестирования происходит так: После запуска теста происходит подъем напряжения со скоростью нарастания, заданной в строке Rate of Rise до значения, определенного в строке Withstand volt. После достижения этого значения, если ранее не произошел пробой, подъем напряжения останавливается и наступает время ожидания пробоя, заданное в строке Withstand time. Если в течение заданного времени пробоя не произошло, происходит сброс напряжения до нулевого значения.

Если в строке Continue until breakdown указано “YES”, тест продолжается независимо от указанного времени выдержки, до наступления пробоя, или до остановки теста оператором виртуальной кнопкой “STOP”.

Содержание отчета об испытании аналогично отчетам при обычном тестировании.

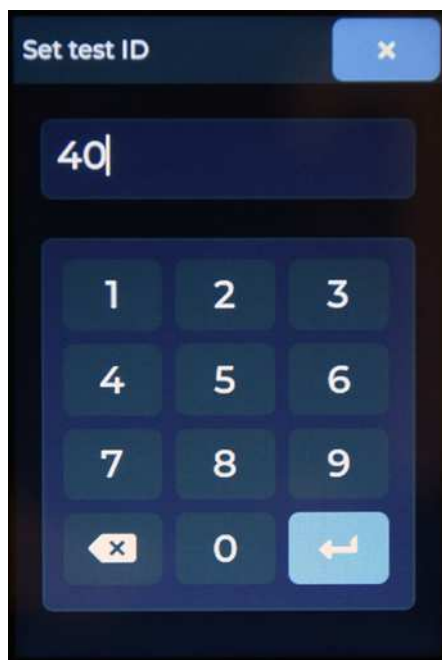
Если тестирование происходит по стандартной процедуре, выбор стандарта измерения происходит при прикосновении к соответствующей нужному стандарту строке меню (см. рис. 10.21).

Рисунок 10.21. Окно выбора стандарта измерения.



Задание номера теста (Test ID) производится как показано на рисунке 10.22.

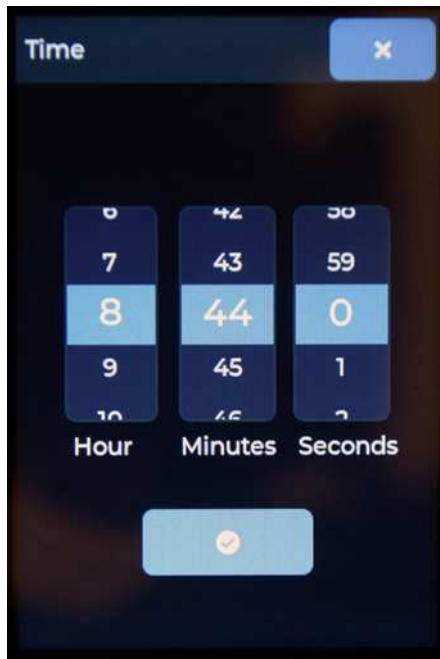
Рисунок 10.22. Задание номера теста.



Установка номера теста выполняется прикосновением к соответствующим виртуальным цифровым клавишам дисплея с последующим нажатием клавиши “Ввод”.

Установка текущего времени отображена на [рисунке 10.23](#).

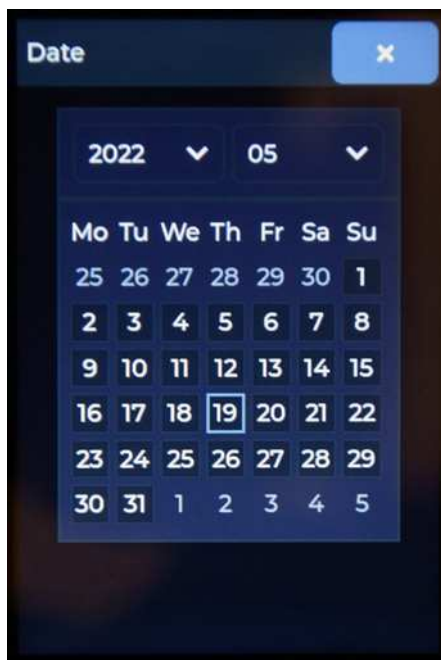
Рисунок 10.23. Установка текущего времени.



Установка часов, минут и секунд производится прокручиванием соответствующих виртуальных “движков” экрана.

Установка текущей даты производится в соответствии с [рисунком 10.24](#).

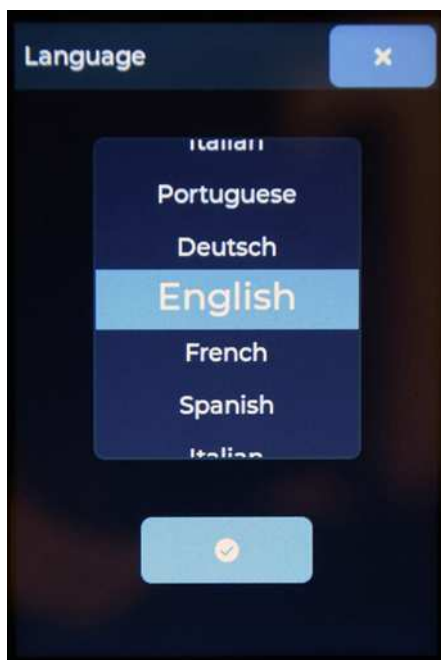
Рисунок 10.24. Установка текущей даты.



Дата выбирается на календаре, отображаемом на экране при входе в соответствующий пункт меню. Год и месяц могут задаваться прикосновением к соответствующим обозначениям на экране.

Выбор языка интерфейса (Language) отображен на [рисунке 10.25](#).

Рисунок 10.25. Выбор языка интерфейса.



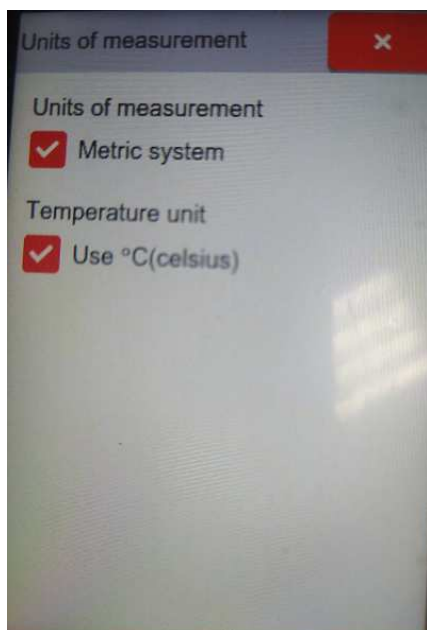
Выбор языка производится прикосновением к соответствующей строке и последующим подтверждением выбора прикосновением к виртуальной кнопке внизу экрана.

Список доступных для выбора языков интерфейса пользователя следующий:

- Английский,
- Французский,
- Немецкий,
- Испанский,
- Итальянский,
- Португальский,
- Украинский,
- Китайский (Тайвань).

Выбор единиц измерения (Units of measurement) отображен на рисунке 10.26.

Рисунок 10.26. Выбор единиц измерения.

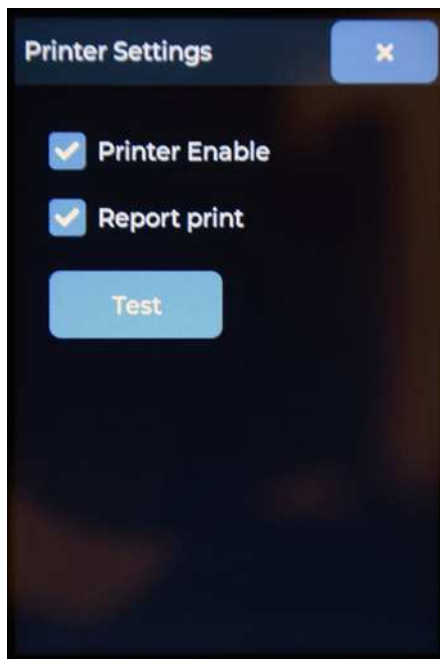


Выбор метрической системы измерений (мм) производится установкой метки напротив указанной системы (прикосновением к месту расположения метки). Если метка не установлена, межэлектродный зазор будет индцироваться в дюймах.

Аналогичным образом задается измерение температуры по шкале Цельсия. При отсутствии метки температура будет задаваться и отображаться по шкале Фаренгейта.

Выбор режима работы и проверки принтера (Printer Settings) отображен на [рисунке 10.27](#).

Рисунок 10.27. Выбор режима работы и проверки принтера.



Доступны следующие установки оператора:

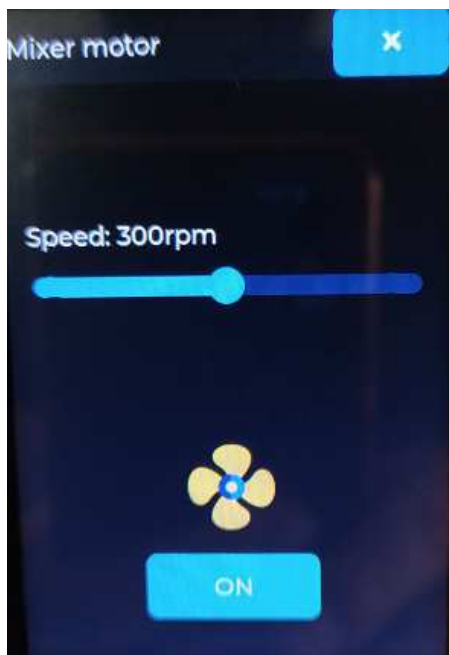
Метка напротив “Printer Enable” – принтер используется.

Метка напротив “Report print” – печать отчета по умолчанию после каждого цикла испытаний.

Нажатие кнопки “Test” – пробная печать, проверка принтера.

Настройка скорости перемешивания (Mixer motor) изображена на [рисунке 10.28](#).

Рисунок 10.28. Настройка скорости перемешивания.

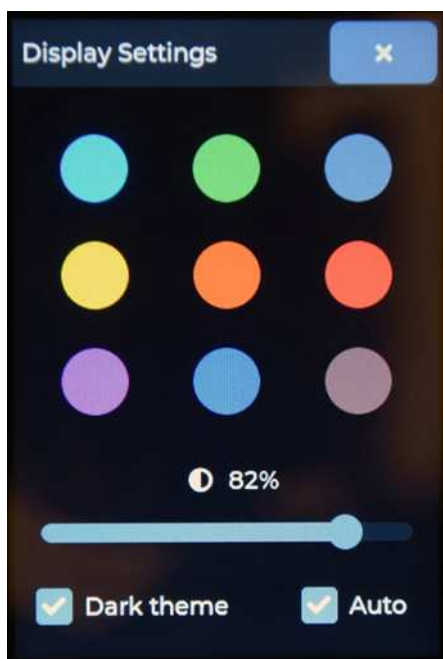


Настройка скорости перемешивания производится с помощью программного “движка” на экране в пределах от 0 до 600 оборотов в минуту.

Кнопка “ON” в этом окне включает перемешивание в тестовом режиме. При этом начинает вращаться изображение пропеллера над кнопкой.

Настройка цвета фона и яркости дисплея (Display Settings) отображена на рисунке 10.29.

Рисунок 10.29. Настройка цвета фона и яркости дисплея.



Настройка основного цвета надписей и изображений производится прикосновением к цветному кругу желаемого цвета.

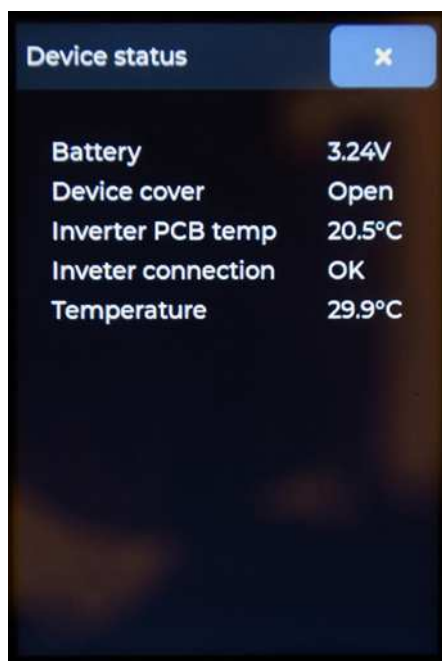
Настройка яркости дисплея производится с помощью виртуального “движка” с одновременной индикацией степени яркости в процентах от максимальной.

Метка возле надписи “Dark theme” означает, что дисплей работает в режиме темного фона. В противном случае фон дисплея будет светлым.

Метка возле надписи “Auto” означает, что включен режим экономии энергопотребления, то есть постепенного уменьшения яркости дисплея в случае, если к нему не было прикосновений в течение последних трех минут.

Содержание окна “Device status” приведено на рисунке 10.30.

Рисунок 10.30. Содержание окна “Device status”.



“Device status” – окно состояния устройства. Может служить для оперативного контроля состояния установки.

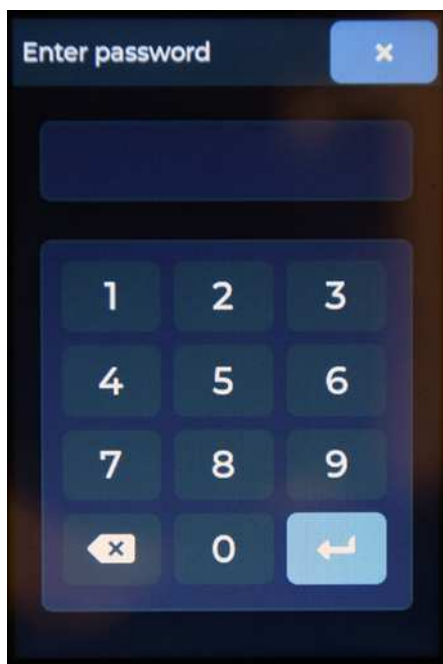
В этом окне отображаются следующие параметры:

- “Battery” – состояние заряда батареи энергонезависимой памяти времени и даты.
- “Device cover” – состояние крышки (открыта/закрыта).

- “Inverter PCB temp” – температура платы инвертора. Этот параметр является диагностическим признаком при неисправностях или сбоях в работе установки.
- “Inverter connection” – состояние линии передачи данных между инвертором и модулем управления.
- “Temperature” – температура, считанная с выносного датчика температуры (при соблюдении правил подготовки пробы масла к испытаниям согласно п. 5.5.5, эта температура равна температуре тестируемого масла).

Вход в раздел меню “Заводские настройки” (“Factory Settings”) возможен только после ввода пароля. Окно ввода пароля открывается сразу при входе в данный раздел и показано на рисунке 10.31.

Рисунок 10.31. Окно ввода пароля.



Пароль указан в отдельной документации, предназначенной для сервисных служб.

Заводские настройки существенно влияют на точность измерений и на работу установки в целом. Неверно сделанные настройки могут привести к неправильной работе установки, или к аварийной ситуации.

К работе с заводскими настройками допускается исключительно специально обученный персонал сервисной службы, уполномоченный предприятием-изготовителем и снабженный специальной технической документацией.

Окно общей информации (правая иконка в верхнем ряду главного окна интерфейса пользователя установки) представлено на рисунке 10.32.

Рисунок 10.32. Окно общей информации.



Данное окно содержит следующую информацию:

- Название установки,
- Версию ПО (Firmware, GUI LVGL),
- Серийный номер установки,
- Дату изготовления,
- Логотип компании - производителя.

Соответствие параметров и настроек наиболее часто применяемым стандартам измерения приведено в таблице 4.

Большая часть стандартов, приведенных в таблице 4, запрограммированы в памяти установки и доступны для выбора в меню выбора стандарта измерения.

Для стандартов, отсутствующих в меню выбора стандартов, может быть запрограммирована соответствующая пользовательская процедура по данным из таблицы 4.

Прим. для переводчика – оригинал таблицы в формате Word для перевода прилагается.

Таблица 4. Соответствие параметров измерения действующим стандартам.

Стандарт	Электрод	Зазор, мм (дюйм)	Точность установки зазора, мм (дюйм)	Скорость нарастания напряжения, кВ/с	Задержка после наполнения, мин.	Количество измерений за наполнение	Неучитываемые измерения	Задержка между измерениями, мин.	Перемешивание	Температура, °C	Объем ячейки, л.
ASTM D877/M 87-PA		2,54 (0,1)	±1%	3±5%	3	5	—	1	—	20-30	0,35 – 0,6
ASTM D877/M 87-PB		2,54 (0,1)	±1%	3±5%	3	1 (5 наполнений)	—	—	—	20-30	0,35 – 0,6
ASTM D1816-12**		1,0 (0,039) 2,0 (0,079)	±0,03 (0,001)	0,5±5%	3	5	—	1	Непрерывно	20-30	0,5(1мм) Около 0,9(2мм)
ASTM D1816-84A**		1,0 (0,039) 2,0 (0,079)	±0,03 (0,001)	0,5±20%	3	5	—	1	Непрерывно	20-30	0,5(1мм) Около 0,9(2мм)
IEC60156-2018** и аналогичные*	 	2,5 (0,098)	±0,05 (0,002)	2±0,2	5	6	—	2	Непрерывно	20±5	0,35 – 0,6
IEC60156-1995**	 	2,5 (0,098)	±0,05 (0,002)	2±0,2	5	6	—	2	Опционально	20±5	0,35 – 0,6
JIS C2101-1999		2,5 (0,098)	—	3	3	5 (2 наполнения)	1	1	1 мин. после каждого пробоа.	15-35	—
GOST6581-75		2,5 (0,098)	±0,05 (0,002)	2±20%	10	6	—	5	1 мин. после каждого пробоа.	15-35	Около 0,6
IRAM 2341-1972	 	2,5 (0,098)	±0,05 (0,002)	2±0,2	10	6	max откл.	2	1 мин. после каждого пробоа.	20±5	> 0,25

*- AS 1767.2.1, BS EN 60156, CI EN 60156, SV EN 60156, UNE EN 60156, NF EN 60156, SABS EN 60156, DIN VDE 0370-5.

** - Ячейка с импеллером может использоваться только в модификации "Т" установки.

5.5.8. Описание процедуры измерения.

После наполнения маслом измерительной ячейки согласно пункту 5.5.5, установки ее в прибор и включения прибора согласно п. 5.5.6. на дисплее отображается стартовое окно измерения (см. рис. 10.2). После выбора шаблона измерения и типа масла (рис. 10.3, 10.4) оператор прикасается к кнопке “Старт” (обозначена изображением молнии). После ее нажатия и ввода значения температуры пробы масла (рис. 10.5), или ее автоматической установки при подключенном выносном термометре, установка автоматически переходит к выполнению процедуры тестирования. Далее для примера будет представлен пользовательский вариант процедуры измерения, состоящий из двух циклов с перемешиванием, отстаиванием масла и печатью отчета.

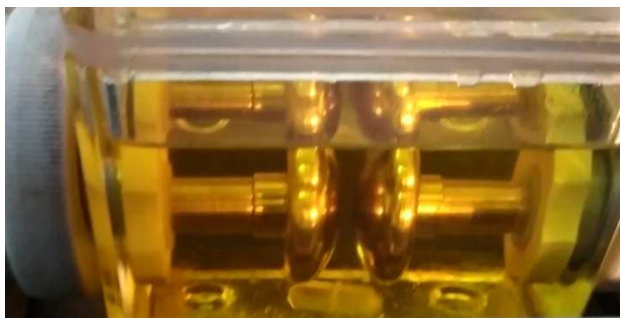
Со стартом процедуры тестирования начинается автоматический подъем испытательного напряжения (если в настройках шаблона не задано время выдержки и перемешивания перед первым подъемом напряжения). Вид окна дисплея при этом соответствует рисунку 10.6.

При выполнении циклов подъема напряжения, перемешивания и паузы, содержимое экрана дисплея соответствует описанию рисунка 10.6.

При перемешивании изображение вентилятора в левом нижнем углу окна дисплея вращается, стрелка циферблата часов движется, цифры сверху от изображения часов меняются в режиме обратного отсчета, показывая, сколько секунд осталось до конца перемешивания. На круговой шкале индикатора напряжения отображается напряжение, при котором произошел предыдущий пробой.

Также видимым признаком перемешивания является вращение перемешивающей магнитной палочки внутри измерительной ячейки с маслом (для ячейки с магнитным перемешивателем). Соответствующее изображение см. на рисунке 11.

Рисунок 11. Перемешивающая магнитная палочка в масле в измерительной ячейке.



После окончания перемешивания наступает цикл ожидания – оттаивания масла перед следующим подъемом напряжения.

При паузе, предназначенной для оттаивания масла, изображение вентилятора не вращается, стрелка часов движется, цифровые часы показывают время, оставшееся до окончания паузы, в секундах, в режиме обратного отсчета.

На круговой шкале индикатора напряжения сохраняется напряжение, при котором произошел предыдущий пробой.

После окончания стадии оттаивания начинается новый цикл подъема напряжения.

После наступления пробоя в последнем цикле испытания отображается итоговое окно испытания, изображенное на рисунках **10.7 и 10.8**.

Содержание окна соответствует описанию рисунков **10.7 и 10.8**.

При прикосновении оператора к кнопке PRINT будет выполнена печать отчета тестирования на термопринтере. Содержание отчета соответствует изображенному на рисунке **10.13** и пояснению к нему.

5.5.9. Экстренная остановка и блокировка работы установки.

Остановка и блокировка работы установки во время выполнения процедуры тестирования происходит при поднятии крышки прибора и при нажатии виртуальной кнопки STOP на дисплее во время тестирования.

При этом происходит немедленный сброс испытательного напряжения, если в этот момент происходил его подъем.

Также происходит экстренное прерывание процедуры тестирования с возвратом в стартовое окно измерения. Содержание сообщения на дисплее при открытой крышке соответствует рисунку 10.9.

5.5.10. Факторы, влияющие на результаты измерений и минимизация их воздействия.

При проведении измерения напряжения пробоя следует знать, что результат измерения всегда будет зависеть от ряда факторов, связанных как со свойствами и настройками измерительного оборудования, так и со свойствами диэлектрической жидкости, а также с внешними условиями.

Основными факторами, влияющими на результаты измерений, являются:

- Параметры оборудования и настройки процедуры измерения.

Параметрами оборудования, применяемого для измерения напряжения пробоя, и настройками процедуры измерения, влияющими на результаты измерения, являются количество циклов подъема напряжения, их длительность, скорость подъема напряжения, наличие или отсутствие перемешивания, его длительность и способ его выполнения, последовательность и длительность выдержек времени перед и во время испытания, время отключения напряжения после наступления пробоя. Также на результат измерения существенно влияют частота испытательного напряжения, тип электродов и зазор между ними.

- Подготовка испытательного оборудования.

На результаты измерения существенно влияют качество очистки и полировки электродов (шероховатость электродов существенно снижает напряжение пробоя, так как вызывает искажения электрического поля при подъеме

напряжения), качество очистки и промывания ячейки и применяемые при этом чистящие вещества, чистота и отсутствие окисления на контактах измерительной ячейки и высоковольтного трансформатора.

- Влага, содержащаяся в пробе.

Поскольку H_2O является полярной молекулой, под действием силы электрического поля она легко удлиняется и располагается вдоль направления электрического поля, тем самым образуя проводящий «мост» между двумя полюсами, что приводит к резкому падению напряжения пробоя. Кроме того, величина пробивного напряжения зависит не только от содержания воды, но и от состояния воды в масле. Обычно эмульгированная вода оказывает большее влияние на напряжение пробоя, за ней следует растворенная вода.

- Содержание в пробе воздушных пузырьков.

Воздушный пробой наступает при меньшем напряжении, чем пробой в сплошном масле. Пузырьки воздуха могут высвобождаться при подаче напряжения, а под действием электрического поля между электродами образуется электрическая проводимость "Мостик", так что масло прерывается пузырьками, что уменьшает напряжение пробоя.

- Температура пробы.

Влияние температуры на напряжение пробоя зависит от наличия или отсутствия примесей и влаги в масле. Напряжение пробоя для масла, не содержащего примесей и высушенного от влаги, как правило, мало подвержено влиянию температуры. Однако при повышении температуры до определенного значения сами молекулы масла ионизируются, вязкость масла значительно снижается, а электроны и ионы, образующиеся при ионизации, перемещаются быстрее из-за меньшего сопротивления среды. В результате напряжение пробоя значительно падает.

При низкой температуре вода в масле в основном находится во взвешенном состоянии, и значение напряжения пробоя относительно высоко. Однако, если температура поднимется до определенного уровня, вода в масле начнет испаряться и количество пузырьков в масле будет увеличиваться. По мере повышения температуры вязкость масла уменьшается, происходит образование пузырьков, за счет этого также повышается влияние воды,

примесей и пузырьков, в масле образуются проводящие «мосты», в результате пробивное напряжение масла быстро падает.

- Попадание света на пробу масла в течение длительного времени перед испытанием.

Под влиянием света происходит изменение химической структуры масла и примесей, что также негативно влияет на напряжение пробоя.

Исходя из вышесказанного можно подытожить, что для получения одинаковых напряжений пробоя для разных порций масла, взятых из одной пробы, должны быть соблюдены определенные условия.

Особенно важно соблюдение этих условий при проведении сравнительных испытаний разных измерителей напряжения пробоя тестированием масла, взятого из одной пробы.

Эти условия следующие:

- Подготовка испытательного оборудования, очистка и подготовка электродов и измерительных ячеек должна быть строго одинаковой и соответствовать стандартам и рекомендациям его производителей. Полировку и подготовку электродов, а также очистку, промывание и сушку ячейки желательно проводить непосредственно перед испытаниями.

Необходимо убедиться в отсутствии загрязнений и следов коррозии на высоковольтных контактах как трансформаторов, так и ячеек.

- Настройка режима тестирования должна быть строго одинаковой и соответствовать одному и тому же стандарту.

Разница в настройках количества циклов подъема напряжения, их длительности, скорости подъема напряжения, наличия или отсутствия перемешивания, его длительности и способ его выполнения, последовательности и длительности выдержек времени перед и во время испытания не допускается.

Необходимо убедиться, что время отключения напряжения после наступления пробоя у оборудования, используемого при сравнительных испытаниях, одинаково или близко.

Также частота испытательного напряжения, тип электродов и зазор между ними должны быть строго одинаковыми.

- Должно быть обеспечено абсолютно равное содержание влаги в порциях. Для этого проба должна содержаться в герметичной посуде и порции для испытаний должны отбираться одновременно и сразу идти на испытания. В противном случае, если одна из порций перед испытаниями будет храниться хотя бы не на много дольше, да еще и в негерметичной посуде, она успеет набрать влаги из воздуха, что заведомо приведет к разным результатам для сравниваемых порций.
- При отборе порций для сравнительных испытаний из пробы недопустимо наливать их таким образом, чтобы в них образовывались или попадали пузырьки воздуха. Их всегда будет разное количество, что приведет к разным результатам испытаний.
- После отбора порций из пробы перед сравнительными испытаниями они должны находиться одинаковое время в одинаковых условиях и наливаться в емкости одинаковой температуры для недопущения появления разности температур.
- Перед отбором порций для сравнительных испытаний из одной пробы, проба должна быть тщательно перемешана. В противном случае взвешенные примеси, в том числе влага и осадок, распределятся между порциями неравномерно, что приведет к разным результатам.
- Проба, а также порции для испытаний должны храниться в защищенных от света емкостях в одинаковых условиях и одинаковое время.

Нужно отметить, что даже строгое соблюдение данных условий не дает гарантии одинаковых результатов даже для одной и той же порции масла. Это связано с тем что в ходе испытания порция масла “стареет” иногда по-разному под влиянием труднопредсказуемых факторов.

Также со дна измерительной ячейки поднимаются и на дно опускаются примеси и осадок, по-разному и неравномерно происходит нагрев или остывание, набор влаги из воздуха, ионизация молекул воды, масла и примесей, и т.д. С этим также связано и разное значение напряжений пробоя в циклах испытаний одной порции.

6. Техническое обслуживание.

6.1. Общие указания.

Техническое обслуживание установки должно проводиться со дня ее ввода в эксплуатацию и предназначено для предупреждения и выявления неисправностей. Содержанием технического обслуживания является своевременное выполнение работ по обеспечению работоспособности установки.

К техническому обслуживанию установки допускается персонал не моложе 18 лет, имеющий группу по электробезопасности не ниже IV, прошедший предварительный медосмотр, инструктаж по технике безопасности и производственной санитарии.

6.2. Предусмотренные виды технического обслуживания установки:

- Первичное,
- Оперативное,
- Периодическое,
- Дополнительное.

Первичное техническое обслуживание состоит в первичной подготовке установки к работе и описано в п.п. 5.5.1 – 5.5.3 настоящего документа.

Оперативное техническое обслуживание производится каждый раз перед использованием установки, выполняется, как правило, персоналом, эксплуатирующим установку и состоит в следующем:

- Проверка целостности рабочего заземления,
- Проверка состояния изоляции кабеля питания,
- Проверка работоспособности блокировки включения подачи высокого напряжения при открытой крышке высоковольтного отсека,
- Проверка отсутствия механических повреждений доступных для осмотра частей установки.

Периодическое техническое обслуживание предусматривается двух видов: ежемесячное и ежегодное.

К ежемесячному контролю и уходу за установкой, выполняемому, как правило, работающим на ней персоналом, относится протирка контактных поверхностей высоковольтных выводов испытательной ячейки и

трансформатора, а также изоляторов трансформатора установки растворителем, а затем чистой сухой тканью, не дающей ворсы. Также в ходе ежемесячного контроля проводится очистка и полировка электродов согласно требований п. 6.4.2 и 6.4.3.

После этого должна быть проведена проверка установки в объеме оперативного обслуживания.

К ежегодному контролю и обслуживанию установки, кроме мер, указанных выше, относится проверка работоспособности установки.

Дополнительное техническое обслуживание рекомендуется в случае приобретения клиентом дополнительных комплектов деталей и частей согласно таблице 2 настоящего РЭ,ПС с пометкой “Дополнительно, по спец. заказу”.

Дополнительное техническое обслуживание производится в объеме ежегодного, но в ходе него, при необходимости (в случае износа), может производиться замена магнитного перемешивателя и электродов измерительной ячейки.

Дополнительное техническое обслуживание является обязательным в случае расширения срока гарантии по согласованию Производителя и Потребителя установки, о чем в этом случае составляется отдельный документ.

6.3. Проверка работоспособности установки.

6.3.1. Подготовить установку к эксплуатации согласно п.п. 5.5.1 – 5.5.3 настоящего документа.

6.3.2. После включения установки с помощью сетевого выключателя на экране дисплея появится стартовое окно (см. рис. 10.1), на котором отображается логотип GlobeCore. Затем в течение нескольких секунд происходит самотестирование прибора и открывается стартовое окно измерения (см. рис.10.2).

Появление изображений, соответствующих рис. 10.1 и 10.2 являются критерием правильной подачи питания и корректного запуска рабочей программы.

6.3.3. Проверка функционирования сенсорного экрана.

После выполнения действий, описанных в п. 6.3.2, прикоснуться к строке “Selected oil” на экране дисплея (рис. 10.2). При этом должно открыться меню выбора типа масла (рис. 10.3). Подтвердив выбранный тип масла, вернуться к исходному меню. *Выполнение указанной последовательности действий и соответствующая*

реакция экранов меню установки является критерием правильного функционирования сенсорного экрана.

6.3.4. Проверка блокировки подъема напряжения при открытой крышке высоковольтного отсека.

Войти в меню “настройки” согласно разделу 5.5.7 (рис.10.16), выбрать окно “Device status” (рис. 10.30).

Убедиться, что при закрытой крышке напротив надписи “Device cover” присутствует надпись “Close”. После этого открыть крышку и убедиться, что надпись “Close” сменилась на надпись “Open” и обратно при опускании крышки, *что является критерием работоспособности функции контроля состояния крышки.*

6.3.5. Проверка работоспособности принтера.

Проверка работоспособности принтера производится печатью тестовой страницы.

Войти в меню “настройки” согласно разделу 5.5.7 (рис.10.16), выбрать окно “Printer” (рис. 10.27). Прикоснуться к виртуальной кнопке “Test”. *После этого должна быть выполнена печать тестовой страницы принтера, что является критерием его работоспособности.*

6.3.6. Проверка работоспособности узла перемешивания.

Войти в меню “настройки” согласно разделу 5.5.7 (рис.10.16). Войти в режим “Mixer”. При этом откроется окно “Mixer motor” (рис. 10.28). После прикосновения к кнопке “ON” должно начаться перемешивание масла в измерительной ячейке. *При этом должно вращаться перемешивающее устройство в ячейке (рис.11) и виртуальный пропеллер на экране дисплея (рис. 10.28), что является критерием исправности узла перемешивания.*

Примечание: Данная проверка в части визуального контроля вращения перемешивающего устройства может быть выполнена только при наличии обычной измерительной ячейки с магнитным перемешивателем.

Если в комплекте установки есть только импеллерная ячейка, эта проверка пропускается.

6.3.7. Проверка работы с USB Flash накопителем:

- Войти в меню “Архив” (Рис. 10.11).
- Подключить USB Flash накопитель к соответствующему разъему установки (рис. 1.1, выносной указатель (5)).
- В окне отчетов прикоснуться к строке функции “Save”.

- Отключить USB Flash накопитель от установки TOR-60 и подключить к ПК. Прочитать содержимое скопированного архива.

Критерием правильности работы модуля USB Flash накопителя является соответствие прочитанного архива имеющемуся в памяти установки и отсутствие предупреждающей надписи (см. рис. 10.15).

Для правильной работы в составе установки TOR-60 USB Flash носитель должен отвечать ряду требований, изложенных ниже.

- Настоятельная рекомендация: Используйте USB Flash носитель из комплекта поставки установки TOR-60!
- В случае использования носителя не из комплекта установки обязательным требованием является его предварительное форматирование в FAT-32!
- Для работы Flash носителя не из комплекта установки, его желательный объем памяти должен быть не более 4-х гигабайт. При большем объеме памяти носителя производитель установки не гарантирует его правильную работу.

6.3.8. Проверка определения напряжения пробоя.

Проверка определения напряжения пробоя выполняется в соответствии с разделом 5.5.7 настоящего РЭ,ПС. При этом для сокращения времени проверки рекомендуется использовать пользовательский режим с одним подъемом напряжения, без циклов перемешивания и ожидания.

Программирование шаблона такого режима выполняется в соответствии с п. 5.5.7, меню “Настройки” раздел “Templates”, рис. 10.16 – 10.18.

Критерием правильности выполнения данного пункта проверки является фиксация установкой пробоя с выдачей на дисплей результатов испытания согласно рис. 10.7.

В случае не наступления факта пробоя до 80 кВ, что возможно в случае очень хорошего качества масла, следует свести электроды ячейки на более близкое расстояние (но не до касания!) с помощью регулировочных гаек (рис. 5.2) и повторить описанную выше процедуру.

6.4. Техническое обслуживание электродов измерительной ячейки.

6.4.1. Общие сведения.

Техническое обслуживание электродов измерительной ячейки выполняется перед началом их эксплуатации, а также в описанных ниже в этом разделе случаях.

Техническое обслуживание электродов включает в себя их очистку, полировку и специальную процедуру подготовки согласно требованиям стандарта IEC 60156.

6.4.2. Очистка электродов.

Очистка электродов выполняется тканью, не дающей ворсы, например, замшей, смоченной очищающей жидкостью.

В комплекте поставки установки имеется емкость с раствором, предназначенным для промывания и очистки поверхностей. В первую очередь для очистки электродов рекомендуется использовать эту жидкость.

Кроме того, для очистки электродов рекомендованы следующие жидкости: изопропиловый спирт, керосин, растворители, содержащие ацетон или толуол (для США), уайт-спирит (Stoddard solvent).

6.4.3. Полировка электродов.

Полировку электродов следует проводить в случае, если на рабочей поверхности электродов обнаружены видимые следы воздействия посторонних веществ, повреждения, потертости, царапины, следы окисления (потемнения) или помутнения поверхности, или другие видимые нарушения, которые могут быть устранены полировкой.

Также полировку электродов рекомендуется выполнять в качестве одной из мер, направленных на устранение причин неправильной работы установки в случае, если возникли предположения о недостоверности результатов измерения напряжения пробоя, например, если результаты проведения испытаний масла начали регулярно отличаться от ожидаемых или иметь большой разброс.

Полировку следует проводить, используя материалы из комплекта для полировки, поставляемые с установкой, или аналогичные. В комплекте материалов для полировки электродов находится полировальная паста и полировочный материал (набор салфеток из микрофибры).

Работу следует выполнять в хозяйственных или химических лабораторных непромокаемых перчатках.

Полировка электродов выполняется следующим образом:

- 1) С помощью регулировочных гаек развести электроды на расстояние, достаточное для их беспрепятственного свинчивания с электродных штырей.
- 2) Снять (свинтить) рабочие электроды с электродных штырей.
- 3) Очистить поверхности электродов растворителем, указанным в п.6.4.2 и дать растворителю испариться.
- 4) Нанести небольшое количество (каплю или две) полировальной пасты на край салфетки и слегка распределить ее по поверхности салфетки.
- 5) Осторожно нажимая, быстрыми круговыми движениями производить полировку рабочей поверхности каждого электрода.
- 6) Протереть рабочую поверхность чистой салфеткой из микрофибры.
- 7) Визуально оценить качество поверхности по блеску и отсутствию следов окисления и царапин. В случае, если визуальный осмотр показал недостаточность полировки, повторить процедуру.
- 8) После окончания полировки протереть электроды чистой салфеткой из микрофибры и дважды промыть растворителем (рекомендовано первый раз промыть керосином, или другим углеводородным растворителем, а затем – ацетоном или толуолом (для США).
- 9) После высыхания навинтить электроды на электродные штыри и выставить рабочий зазор с помощью калибров.

6.4.4. Подготовка электродов согласно стандарта IEC 60156 (метод 24-х пробоев).

Процедура очистки и подготовки электродов с помощью 24-х пробоев может выполняться каждый раз перед первым использованием электродов после их замены или в новой установке [TOR-60](#).

Также данную процедуру рекомендовано проводить каждый раз после полировки электродов в случаях, при которых рекомендуется полировка.

Процедуру очистки и подготовки электродов следует проводить в следующем порядке:

- Провести полировку рабочей поверхности электродов согласно описанию процедуры полировки.
- Перед началом использования электродов для испытаний, провести подъем напряжения до возникновения пробоя 24 раза.

Описание процедуры 24-х кратного пробоя и рекомендованное для этого программирование режима:

1) Установить межэлектродный зазор 1 мм с помощью соответствующего установщика зазора, если он есть в комплекте поставки установки, или на глаз, если установщика зазора 1 мм. в комплекте поставки установки нет.

2) Наполнить ячейку чистой неиспользованной изолирующей жидкостью.

3) Запрограммировать пользовательскую процедуру измерения следующим образом:

- Test count – 8,
- Stir continuous – NO,
- Pause before test (sec) – 0,
- Stir before test (sec) – 0,
- Pause after (sec) – 0,
- Stir after (sec) – 0,
- Frequency (Hz) – 50 или 60,
- V max (kV) – верхняя граница испытательного напряжения,
- Rate of Rise (kV/s) – 5,
- Electrodes – Используемый тип электродов,
- Gap (mm) – 1,

- Withstand test voltage – NO,
- Withstand volt (kV) – 0,
- Withstand time (sec) – 0,
- Continue until breakdown – NO.

4) Запустить выполнение данного пользовательского режима и выполнить данную процедуру три раза подряд.

После завершения вышеуказанных действий следует слить масло из ячейки и наполнить ячейку новой порцией масла для хранения или проведения измерений.

6.5. Метрологический контроль, калибровка, коррекция заводских настроек.

6.5.1. Общие сведения.

Проверка и подтверждение метрологических характеристик установки **TOR-60** выполняется с использованием пользовательской процедуры испытания.

Проверка может быть выполнена оператором установки, прошедшим необходимое обучение и допущенным к работе с ней.

В качестве контрольно-измерительной аппаратуры при проведении проверки рекомендуется использовать контрольно-измерительную ячейку HV Meter GlobeCore. Лицо, проводящее проверку, должно быть ознакомлено с руководством по эксплуатации, паспортом ячейки HV Meter GlobeCore.

Альтернативным вариантом является проверка с помощью двух сертифицированных киловольтметров, подключаемых дифференциально к выходным контактам высоковольтного трансформатора установки **TOR-60** с помощью специальных коммутационных устройств.

Процедура метрологического контроля с использованием киловольтметров изложена в “Методике метрологического контроля и калибровки **TOR-60**”, предназначенной для уполномоченных предприятием – изготовителем специалистов, а также специалистов, прошедших специальный курс

обучения и являющихся сотрудниками организаций и подразделений, имеющих сертификат для проведения подобных работ.

6.5.2. Метрологический контроль с использованием пользовательской процедуры.

Метрологический контроль с использованием пользовательской процедуры выполняется в соответствии с разделом 5.5.7 настоящего РЭ,ПС, а также согласно РЭ,ПС Контрольно-измерительной ячейки HV Meter GlobeCore.

Порядок выполнения контроля следующий:

- 6.5.2.1. Подготовить установку к работе и включить согласно п.п. 5.5.1 настоящего РЭ,ПС.
- 6.5.2.2. Подготовить к работе контрольно-измерительную ячейку HV Meter GlobeCore, включить, установить на контакты высоковольтного трансформатора установки и использовать согласно п.п. 5.5.2, 5.5.3 РЭ,ПС HV Meter GlobeCore.
- 6.5.2.3. Войти в меню “настройки” установки и выбрать раздел “Templates Config” согласно рисункам 10.16, 10.17 настоящего РЭ,ПС и пояснениям к ним.
- 6.5.2.4. Выбрать один из пользовательских режимов “User templates” и войти в окно настроек согласно рис. 10.18 настоящего РЭ,ПС и пояснениям к нему.
- 6.5.2.5. В окне настроек шаблона испытания установить следующие параметры:
 - Test count – 1
 - Frequency (Hz) – 50 или 60 (соответствует частоте сети в регионе)
 - V max (kV) – 80 кВ
 - Rate of Rise (kV/s) – 2
 - Withstand test voltage – YES
 - Withstand volt (kV) – 10
 - Continue until breakdown – YESОстальные численные значения настроек параметров шаблона измерения могут быть нулевыми.

6.5.2.6. Выбрать настроенный **в соответствии с** п.6.4.2.5 пользовательский шаблон и запустить тест согласно рис. 10.4, 10.5 и 10.6 настоящего РЭ,ПС и пояснениям к ним.

6.5.2.7. По достижении заданного в Withstand volt (kV) значения напряжения, записать значения, отображенные на экране дисплея установки (рис. 10.6) и экране дисплея контрольно-измерительной ячейки (рис. 5 и 6 РЭ,ПС HV Meter GlobeCore).

6.5.2.8. Сбросить испытательное напряжение в ноль нажатием виртуальной кнопки “STOP” на экране дисплея установки. Альтернативным вариантом сброса высокого напряжения без необходимости приближаться к установке, может быть программирование пользовательского режима следующим образом:

- Withstand time (sec) – задать время, достаточное для записи результатов измерения,
- Continue until breakdown – NO.

При этом сброс напряжения произойдет автоматически по истечении заданного в Withstand time времени.

Особенно целесообразно использовать такой вариант работы при использовании беспроводного подключения ячейки к ПК с помощью Bluetooth интерфейса для просмотра результатов измерения ячейки HV Meter GlobeCore на ПК (см. п. 5.5 РЭ,ПС HV Meter GlobeCore). Это позволяет полностью исключить приближение персонала к установке при наличии высокого напряжения на выходных электродах установки.

6.5.2.9. Повторить выше перечисленные действия для значений Withstand volt (kV), задаваемых в п. 6.4.2.5 соответственно 20, 30, 40, 50, 60, 70 и 78 кВ.

6.5.2.10. Провести сравнение показаний установки и контрольно-измерительной ячейки во всех точках измерения.

Критерий соответствия установки заявленным метрологическим параметрам следующий:

Установившееся значение напряжения, измеренное TOR-60 (рис. 10.6, 10.7 настоящего РЭ,ПС) отличается от значения, измеренного контрольно-измерительной ячейкой (рис. 5, 6 РЭ,ПС HV Meter GlobeCore) не более чем на $\pm 1 \text{ kV} \pm 0,5\%$ от измеренного значения во всех точках контроля.

В случае отсутствия калибровочной ячейки, при использовании режима “Withstand Test” для текущего, или периодического контроля функционирования установки, считается достаточным, если установившееся значение, отображенное на экране дисплея установки, отличается от заданного значения Withstand Volt не более чем на $\pm 1,5$ kV во всем диапазоне выходных напряжений.

6.5.3. Режим калибровки и коррекции настроек.

Калибровка установки, включающая коррекцию настраиваемых параметров, должна выполняться исключительно сотрудниками уполномоченных сервисных подразделений, либо сотрудниками предприятия – изготовителя установки.

Калибровка установки проводится с использованием калибровочной ячейки HV Meter GlobeCore, изготавливаемой предприятием GlobeCore, или двух сертифицированных киловольтметров, подключаемых дифференциально к выходным контактам высоковольтного трансформатора установки TOR-60 с помощью специальных коммутационных устройств.

Процедура калибровки, с указанием используемого при этом оборудования, изложена в “Методике метрологического контроля и калибровки TOR-60”, предназначенной для уполномоченных предприятием – изготовителем специалистов, прошедших специальный курс обучения.

6.6. Техническое обслуживание принтера.

6.6.1. Внешний вид и внутреннее устройство принтера показаны на рисунках 12.1, 12.2, 12.3, 12.4.

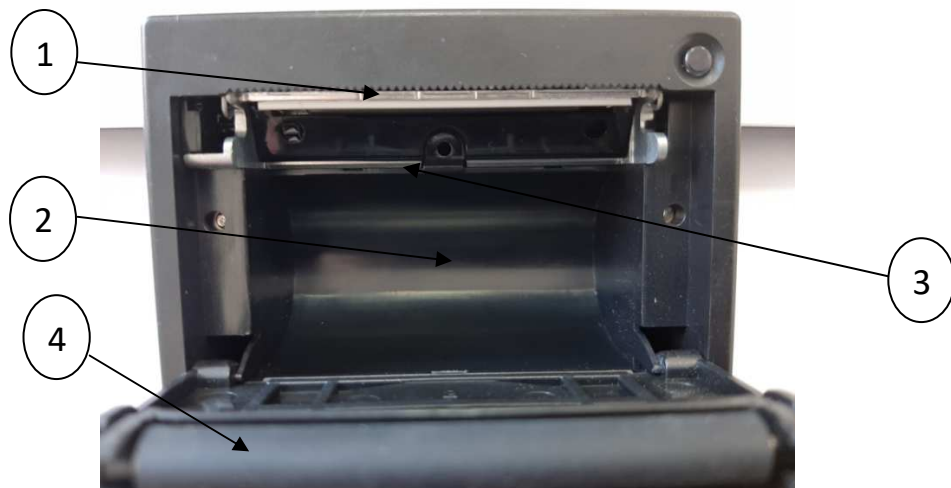
Рисунок 12.1. Принтер с заправленной бумагой в рабочем состоянии.



Сносками на рисунке 12.1 обозначены:

1. Кнопка принтера.
2. Ручка крышки принтера.
3. Крышка принтера.

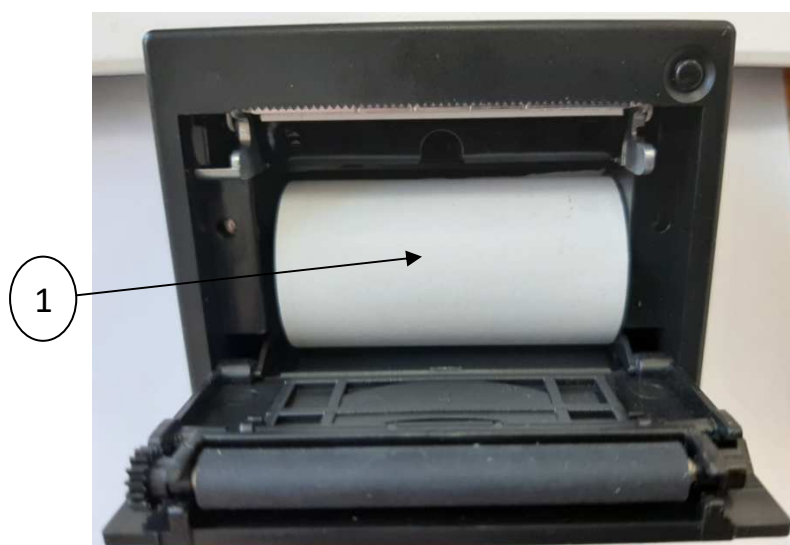
Рисунок 12.2. Внутреннее пространство принтера.



Сносками на рисунке 12.2 обозначены:

1. Отрывная гребенка принтера.
2. Внутреннее пространство принтера.
3. Печатающая термоголовка.
4. Прижимной валик.

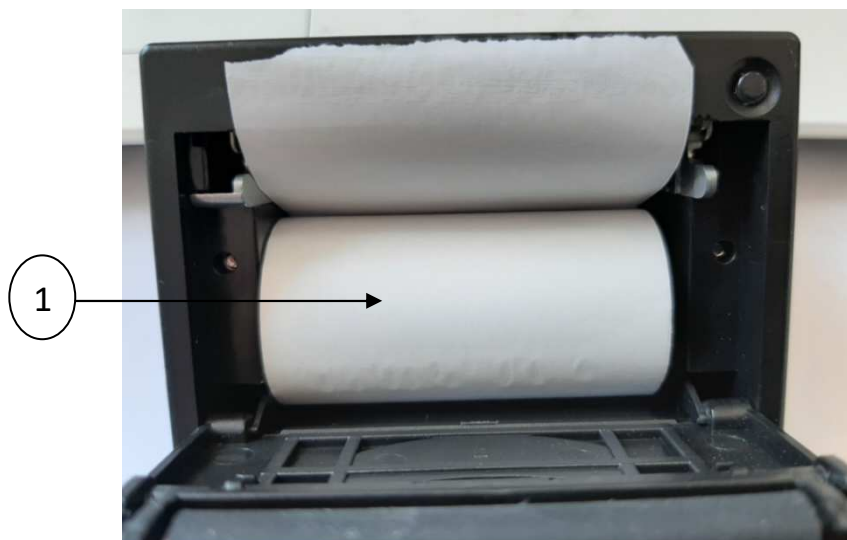
Рисунок 12.3. Внутреннее пространство принтера с нераспечатанным рулоном бумаги.



Сносками на рисунке 12.3 обозначены:

1. Нераспечатанный рулон термобумаги.

Рисунок 12.4. Принтер перед закрытием крышки.



Сносками на рисунке 12.4 обозначены:

1. Распечатанный рулон термобумаги.

6.6.2. Для установки рулона бумаги следует открыть крышку принтера с помощью ручки (2,3 рис. 12.1) и установить в него рулон, как показано на рисунке 12.3.

После этого нужно освободить наружный край рулона и протянуть его на пару сантиметров за отрывную гребенку (рис. 12.4), после чего закрыть крышку принтера.

6.6.3. Принтер следует ежедневно протирать от пыли и удалять возможные потеки масла и моющих средств.

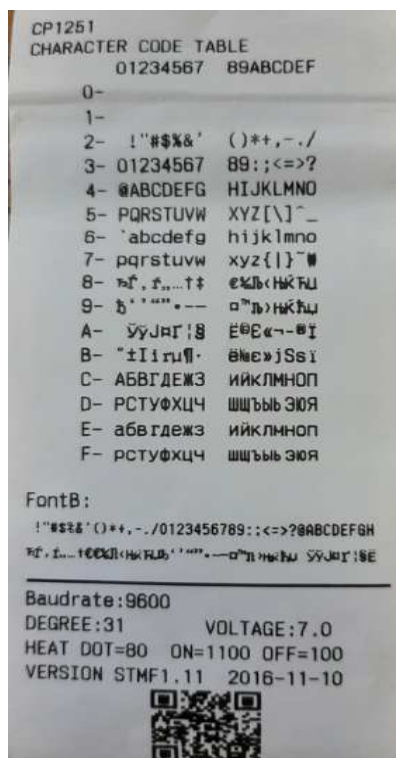
Для удаления бумажной пыли, скапливающейся во внутреннем пространстве принтера следует открыть крышку принтера, извлечь из него рулон с бумагой, протереть термоголовку (3 рис. 12.2) и прижимной валик (4 рис. 12.2) тампоном, смоченным в спирте. После этого следует установить рулон с бумагой на место и закрыть крышку.

6.6.4. Электропитание принтера включается одновременно с включением электропитания установки. При включенном электропитании кнопка принтера (1, рис. 12.1) подсвечивается мигающим красным светом.

6.6.5. Для запуска тестовой печати следует нажать кнопку принтера при выключенном питании прибора. Далее следует включить питание прибора. После включения питания при нажатой кнопке должна

распечататься тестовая страница, изображенная на рисунке 12.5, что является критерием работоспособности принтера.

Рисунок 12.5. Тестовая страница печати.



7. Возможные неисправности и методы их устранения.

№ п/п	Признак неисправности	Описание неисправности	Способ устранения
1.	После включения сетевого выключателя отсутствуют признаки включения питания установки (п. 6.3.2)	Отсутствует сетевое электропитание установки	Проверить наличие сетевого напряжения в питающей электросети (в розетке). Заменить предохранитель (поз. 13 Рис.1.2). Если признак неисправности сохранился, обратиться в сервисную службу.
2.	Сообщение: W 0x01 Run test failed! Close the cover.	Открыта крышка установки или неисправен датчик крышки.	Проверить закрытие крышки. Если признак неисправности сохранился, обратиться в сервисную службу.
3.	Сообщение: Error Inverter Err 0x01 Error connect.	Ошибка связи модуля управления с инвертором.	Выключить и включить питание установки. Если признак неисправности сохранился, обратиться в сервисную службу.
4.	Сообщение: Error Save! Error save to USB drive.	Ошибка записи на USB Flash накопитель.	Проверить USB Flash накопитель на соответствие требованиям п. 6.3.7. Заменить USB Flash накопитель. Выключить и включить питание установки. Если признак неисправности сохранился, обратиться в сервисную службу.

8. Условия транспортирования и хранения.

Допускается транспортирование установок **TOR-60** крытым транспортом в заводской упаковке при температуре от – 20 °С до +40 °С.

Ограничений по перевозке воздушным транспортом при соблюдении температурного режима транспортирования нет.

Установка не должна подвергаться резким вибрациям и ударам во избежание выхода ее из строя.

При транспортировании и хранении запрещается отклонение от горизонтального положения установки более чем на 20°.

Хранение должно производиться в заводской упаковке в отапливаемых и вентилируемых помещениях при температуре окружающей среды от +5°С до +35°С. Допускается кратковременное расширение диапазона температур хранения от – 20 до + 40°С. Относительная влажность не более 90% при температуре +25°С, без конденсации.

При длительном хранении периодически, но не реже чем 1 раз в год, следует контролировать общее состояние изделия.

9.

Сроки эксплуатации и хранения.

Установленный срок эксплуатации установки при выполнении правил эксплуатации – не менее 10 лет, наработка на отказ – не менее 20000 часов.

Срок хранения Установки до ввода в эксплуатацию в упаковке изготовителя, в складских помещениях – 1 год.

10.

Гарантийные обязательства.

10.1 Гарантийное свидетельство.

Производитель гарантирует работоспособность (соответствие заявленным эксплуатационным характеристикам) изделия

Установка

TOR-60

наименование изделия

обозначение

заводской № изделия

В течение 12 месяцев со дня передачи (отгрузки) изделия первому конечному Потребителю при соблюдении требований эксплуатационной документации.

Гарантийный срок исчисляется с Г.

Руководитель предприятия

Личная подпись

Расшифровка подписи

М.П.

.....

Год

Месяц

Число

10.2 Условия гарантии.

Предприятие-изготовитель гарантирует нормальную устойчивую работу установки при соблюдении потребителем правил монтажа, эксплуатации, технического обслуживания, транспортирования и хранения, установленных настоящим паспортом.

Гарантийный срок эксплуатации - 12 месяцев со дня отгрузки установки с склада поставщика.

В случае выявления в период гарантийного срока производственных дефектов и выхода из строя установки и или ее частей по вине предприятия-изготовителя, потребитель имеет право предъявить заводу-изготовителю

(продавцу) рекламацию, не разбирая установки или ее механизмов. В течение пяти дней потребитель составляет первичный акт и извещает о дефекте завод-изготовитель.

11.Свидетельство об упаковывании.

Установка
Наименование изделия

TOR-60
Обозначение

Заводской номер

Упаковано на предприятии

Дата упаковывания

Год, месяц, число

Представитель ОТК

Личная подпись

расшифровка подписи

МП

Год, месяц, число

12. Свидетельство о приемке.

Установка
Наименование изделия

TOR-60
Обозначение

Заводской номер

Изготовлена и принята в эксплуатацию в соответствии с действующей технической документацией и признана годной к эксплуатации.

Дата изготовления

Год, месяц, число

Начальник ОТК

Личная подпись

расшифровка подписи

М.П.

Год, месяц, число

Особые отметки