



ТНО (ТНО/Т) 24 (36)

ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ НАГРУЗКИ НАРУЖНОЙ УСТАНОВКИ В ИЗОЛЯЦИИ SF₆

ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**г. Санкт-Петербург
2014 год**

1 Предмет разработки технической документации по эксплуатации

Предметом ТИ является выключатель нагрузки наружной установки типа ТНО - 24 (36), с заземителем типа ТНО/Т - 24 (36).

2 Основы разработки технической документации по эксплуатации

Аппараты типа ТНО - 24 (36) і ТНО/Т - 24 (36) предназначены для разъединения номинальных токов и заземления цепей в воздушных /или воздушно-кабельных/ электроэнергетических сетях.

Это оборудование очень прочное и надежное, так как его все электрически активные элементы работают в среде SF₆. Благодаря этому они не подвергаются действию атмосферных условий / дождя, снега, изморози, ветра/ а также загрязнений и повреждений, вызванных птицами.

В противоположность выключателям нагрузки в воздушной изоляции эти аппараты гарантируют прочность 5000 рабочих циклов, без необходимости замены каких-либо элементов /напр. гасительных камер, мерцающих контактов итп./

В сочетании с современной и надежной системой управления и радионадзора они гарантируют непрерывную работу, без необходимости проведения затруднительных осмотров, регулировок и консервации, что является очень существенным в распространенных воздушных линиях, в течение нескольких десятков лет.

3 Условия работы.

Выключатель предназначена для работы в нормальных условиях:

- a) Температура окружающей среды не превышает + 40 °С, а её суточная средняя величина не превышает + 35 °С
- b) Минимальная температура окружающей среды составляет - 45 °С
- c) Высота над уровнем моря > 1000 м – оборудование в плотном корпусе
- d) Загрязнение окружающего воздуха – пыленепроницаемое оборудование
- e) Толщина слоя льда > 20 мм - оборудование в плотном корпусе
- f) Давление ветра не превышает 700 Па (соответствующая этому скорость ветра составляет 34 м/сек)
- g) Вибрации, вызванные внешними причинами или землетрясением не принимаются во внимание.

Степень защиты (*Internal Protection*) **IP 67** (с применением конекторных воронок).

Емкость отвечает критериям плотности согласно норме ИЕС 56, это обозначает, что не требуется повторное наполнение во время нормального функционирования выключателя нагрузки.

3 Технические данные.

U_N - Номинальное напряжение	kV	24	36
I_N - Номинальный постоянный ток	A	630	630
U_p - Испытательное импульсное молниевое задержанное напряжение (максимальное значение): - замыканной на землю и межполюсной - межконтактной	kV kV	125 145	170 195
U_p - Испытательное 1-минутное задержанное напряжение сетевой частотой (действующее значение): - замыканной на землю и межполюсной - межконтактной	kV kV	50 60	70 80
$I_{wył}$ Номинальный ток			
- в преимущественно безындуктивной цепи или в замкнутом контуре	A	630	630
- предельный отключаемый ток в цепи малой индуктивности	A	30	30
- предельный отключаемый зарядки кабелей	A	50	50
- предельный отключаемый в контуре кольцевой сети	A	630	630
I_{N1s} - Номинальный 1-сек ток короткого замыкания	kA	16	16
i_{NsZ} - Номинальный пиковый ток короткого замыкания	kA	40	40
- Предельный ток включения короткого замыкания	kA	40/16	40/16
Устойчивость к воздействию внешней дуги	kA	40/16 (0,5s)	40/16 (0,5s)
F - Номинальная частота	Hz	50	50
M - Механическая прочность	Цикло в	5000	5000

Локализацию места замыкания на землю произвести посредством очередного отключения участков линии с помощью секционных выключателей или выключателей нагрузки при пропадании напряжения и совершить испытательное подключение линии выключателем в питательной подстанции.

Размеры и вес выключателя нагрузки типа ТНО - 24 (36)

Размеры:

Длина	1300	мм
Ширина	850	мм
Высота	750	мм

Масса выключателя нагрузки ок. 100 кг

4 Конструкция выключателя нагрузки.

Характеристика внутренности и наружная конструкция выключателя нагрузки.

Основным элементом аппаратов ТНО - 24 (36) і ТНО/Т - 24 (36) является выключатель нагрузки ТН12 замкнутый в герметичной емкости из нержавеющей стали, выполненной газом SF₆. Контакты выключателя нагрузки соединены с проходными изоляторами создающими возможность присоединения конекторных угловых концевых кабельных воронок или замонтаживание самоочистных силиконных изоляторов 24 kV, 36 kV и подключение воздушной линии.

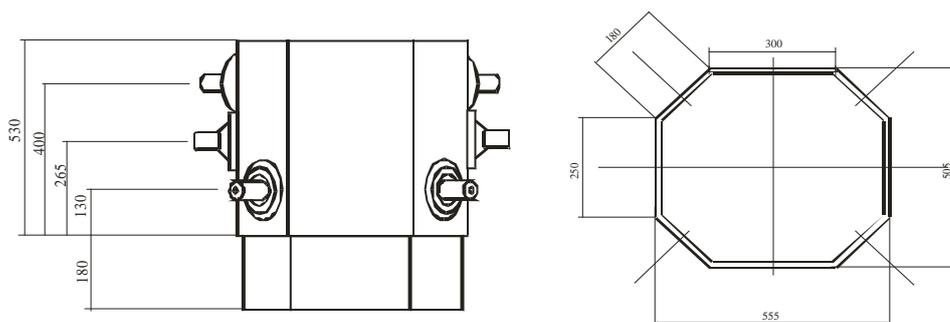


Рис.1. Внешний вид и габариты.

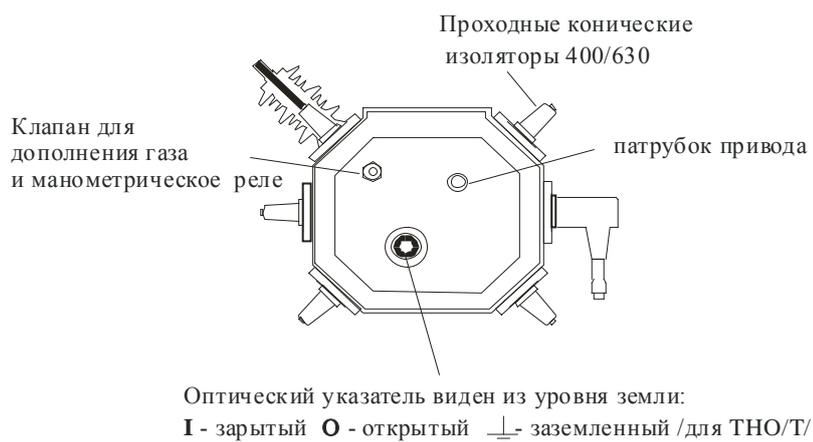
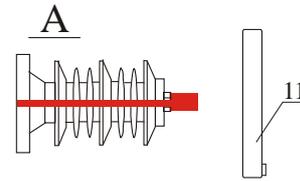
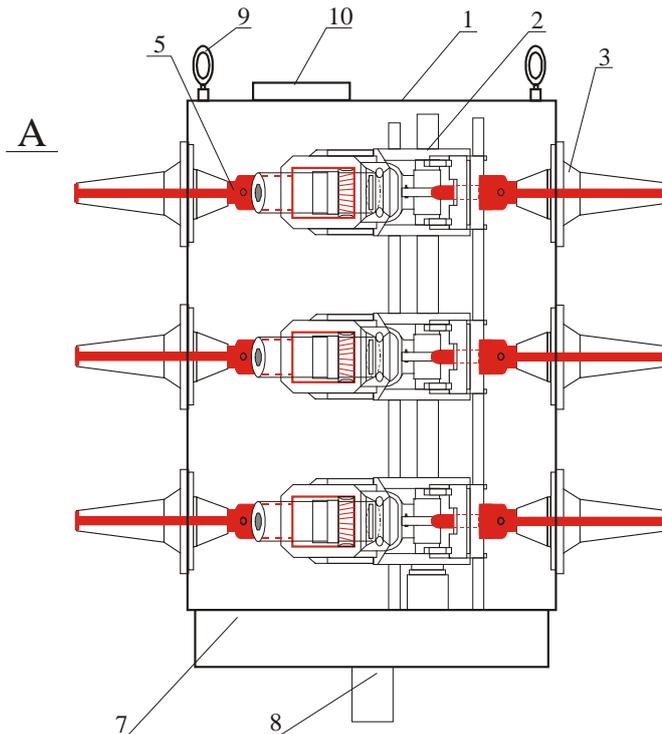


Рис.2 Внешний вид из земли, монтаж изоляторов и угловых воронок

Рис.3 Виды внутренности выключателя нагрузки ТНО 24 (36.)

В-В



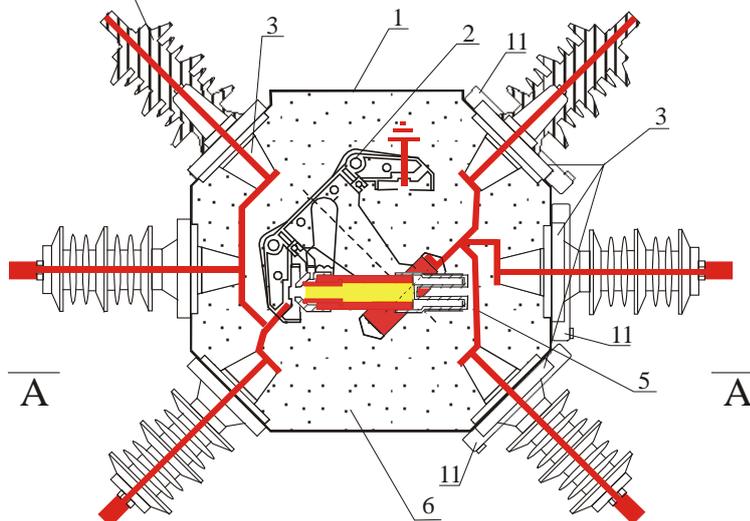
1. корпус,
2. выключатель нагрузки ТН 12,
3. проходной изолятор типа EN 5018012-24-36kV630A
4. силиконовый изолятор /воздушный/ 24-36 kV 630A
5. медные шины
6. газ SF₆.
7. приводной механизм
8. патрубок трансмиссионного механизма
9. транспортные держатели
10. предохранительный клапан
11. измерительный трансформатор тока PR 072

Принцип действия продольный разрез /вид со стороны/

Вид внутренности

«выключатель нагрузки закрытый»
«заземляющий выключатель открытый»

А-А



Вид внутренности

«выключатель нагрузки закрытый»
«заземляющий выключатель открытый»

Выключатель нагрузки оснащен проходными изоляторами приспособленными к прикреплению:

- а) силиконных изоляторов, изготовленных из гидрофобного, неломкого, самоочистного пластика для воздушных линий,

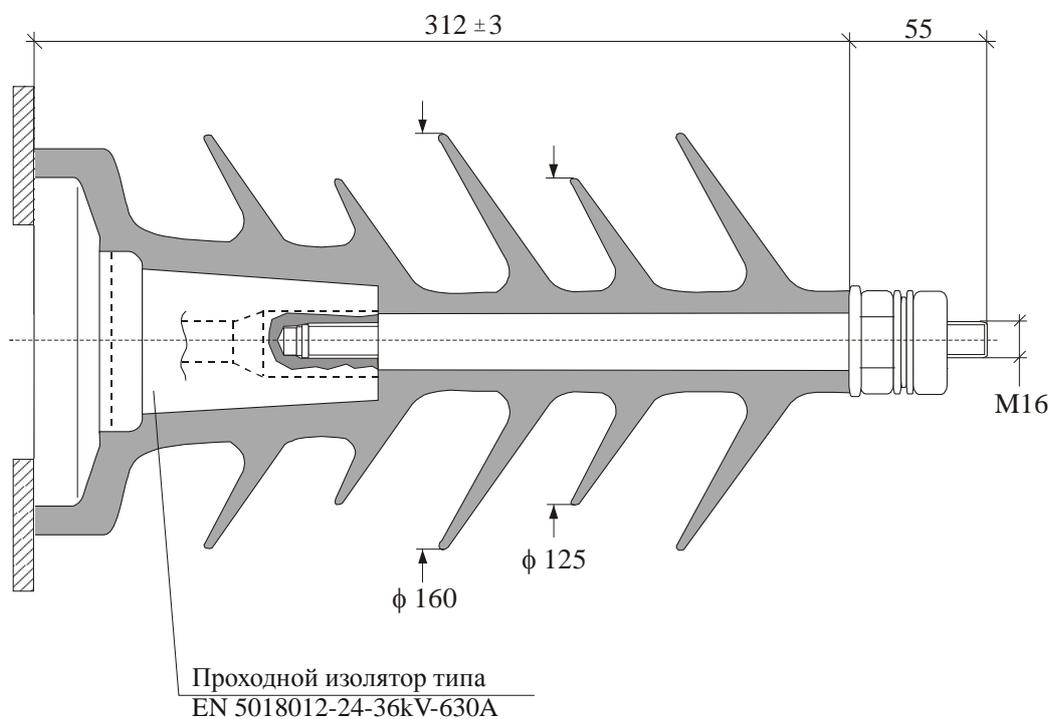


Рис.4 Разрез силиконового изолятора.

- б) конекторных угловых воронок при переходах воздушных диний в кабельные линии.

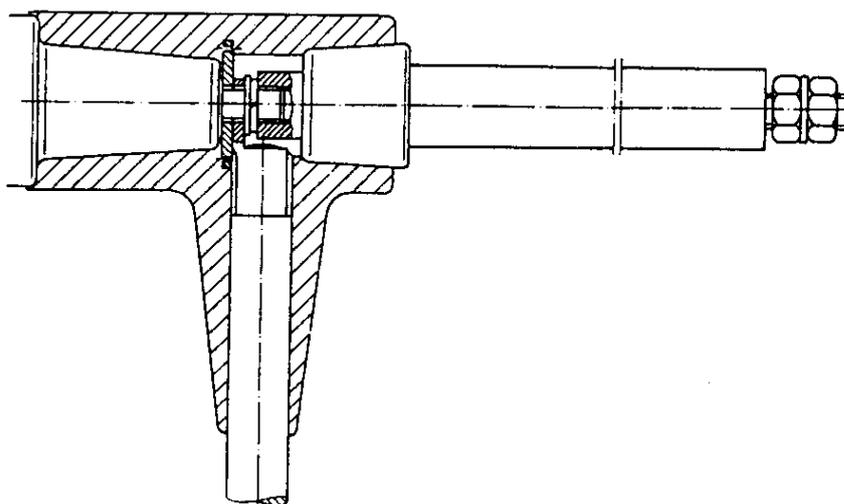


Рис.5. Разрез конекторной воронки.

Производитель предлагает применить угловые воронки фирмы 3M, Elastimold типа K400. детальный подбор воронок в согласовании с ООО «ПРОМТЭК».

Приводной механизм.

Применено простой и надежный пружинный механизм, обеспечивающий мелькающее включение и отключение выключателя нагрузки и заземляющего выключателя. Он может быть оснащен двигателем малой мощности (160 W 24 V=), и комплектом сигнализационных контактов (состояний положения выключателя нагрузки и состояния газа SF₆). Электрический механизм приспособлен к работе со всеми системами управления и надзора посредством радиоуправления (п. 16.1 Система радиоуправления выключателем нагрузки сети СН).

Электрический привод может быть сделан в двух вариантах, т.е.:

- привод Т-1 – стандартный с временем срабатывания 6 – 8 сек,
- привод Т-2 – аккумуляторный с возможностью сотрудничества с автоматикой SPZ с временем срабатывания 0.1 сек (для цикла включи или цикла выключи) целью отключения участков сети в обрыве напряжения.

Основными составными элементами двигательного аккумуляторного привода Т2 являются:

- двигатель 24V DC,
- компрессор,
- пневмодвигатель с электрическими клапанами,
- пружины отвечающие за мелькающее включение и разъединение выключателя нагрузки.

Применение пневматической вспомогательной системы /компрессор, сервомотор/ позволило на питание привода с аккумуляторной батареи очень малой емкости (16 Ah).

Система управления поставляемая в комплекте с выключателем нагрузки предупреждает сжижение воздуха в пневматических схемах благодаря контролируемым во времени продувкам.

Как пружинный механизм, так и двигатель, а также все вспомогательные контакты прикреплены к корпусу выключателя нагрузки и непосредственно сотрудничают с его коренным рабочим валом. Это устраняет возможность вмешательства в работу аппарата посторонним лицам и ограничивает к минимуму возможность его повреждения вандалами.

Также оптический указатель положения выключателя нагрузки /хорошо виден из земли/ размещен на коренном вале выключателя нагрузки что не позволяет на ошибочные указания.

Трансмиссионный механизм /ручной привод/.

Каждый выключатель нагрузки оснащен трансмиссионным механизмом, позволяющим на маневрирование аппаратом ручным образом из земли. Этот привод приспособлен к замыканию его нависным замком в каждом положении, при чем у обслуживающего есть возможность закрытия только ручного привода /позволяя на дистанционное переключение/, или блокировки двигательного механизма /напр. во время работы на отключенном участке линии/.

Производится также версия трансмиссионного механизма – установленного вплоть под аппаратом – создающая возможность маневрирования выключателя нагрузки только посредством маневровой штанги определенной /согласованной с заказчиком/ длины.

Электрическое оснащение.

Основным элементом выключателя нагрузки ТНО - 24 (36) является выключателя нагрузки ТН-12 замкнутый в плотной корпусе из нержавеющей стали, выполненной газом SF₆.

Контакты выключателя нагрузки соединены с проходными изоляторами, создающими возможность соединения конекторных угловых кабельных воронок или замонтирования самоочистных силиконных изоляторов 24 kV (36 kV) и подключения воздушной линии.

Дополнительным элементом необходимым в случае сотрудничества выключателя нагрузки ТНО - 24 (36) с установками телемеханики является шкаф управления, посредничающий между выключателем нагрузки и ключом управления, находящимся в шкафу данной подстанции. Целью снижения расходов строительства разъединительных пунктов управляемых посредством радиоуправления элементы шкафа управления встроены в одной совместный корпус с оборудованием телемеханики (п.16.1).

Заземления.

Выключатель нагрузки надо заземлить полосой ZnFe 40x4, заземляющий болт M12 находится в задней части выключателя нагрузки. Корпус привода заземлен к емкости посредством болта и заземляющей подкладки.

Защита от перенапряжения.

Выключатель нагрузки не защищен от атмосферных разрядов.

Производитель рекомендует применять ограничители перенапряжения POLIM-D производства АВВ. В случае одностороннего питания ограничители надо установить с одной стороны выключателя нагрузки ТНО 24 (36), в других случаях – с обеих сторон.

Другим решением, которое можно использовать целью защиты выключателя нагрузки ТНО - 24 (36) от перенапряжений является монтаж громоотводных рогов на оттяжных изоляторах воздушной линии по обеим сторонам выключателя нагрузки. Это решение несложное и экономное, но связано оно с опасностью поддержания дугового разряда после перехода волны перенапряжения.

Преимущества.

Низкий износ и редуцирование старения всех активных компонентов благодаря использованию газа SF₆ дает в результате высшую надежность и замечательную механическую и электрическую прочность, практически без необходимости консервации.

5 Транспортировка выключателя нагрузки ТНО - 24 (36).

Выключатели нагрузки типа ТНО - 24 (36) производятся в высоком режиме плотности корпуса. Все сварные, скрученные соединения вместе с набивками очень старательно изготовлены и многократно проверены. Во время транспорта надо обратить особое внимание

на то, чтобы не повредить выключателя нагрузки. Выключатель нагрузки транспортируется на транспортном поддоне, в жестком креплении, упакованный в фольгу и в таком состоянии он должен сохраняться до момента монтажа на объекте.

6 Монтажные действия.

Выключатели нагрузки приспособлены к монтажу на одностоечных опорах, а также на деревянных опорах.

Выключатели нагрузки, поставленные потребителю, после механического испытания и испытания напряжением, готовы к работе без необходимости проведения каких-либо регулировочных действий.

Выключатель нагрузки следует поднимать вверх с помощью подвесок, представленных на рисунке 6. Подвески крепятся к вкрученным монтажным держателям, находящимся в верхней части корпуса выключателя нагрузки ТНО - 24 (36).

После того, как поднимем выключателя нагрузки на соответствующую высоту, надо его прикрепить к конструкции по указаниям в/у разработок. Смонтировать и прикрепить состав к ручному приводу выключателя нагрузки. Прикрепить шкаф управления и ввести управляющий кабель, соединить с зажимной планкой согласно схеме управления выключателем нагрузки ТНО (вид и габариты шкафа управления обозначены на схеме управления выключателем нагрузки ТНО). Ввести постоянное питание 24 V.

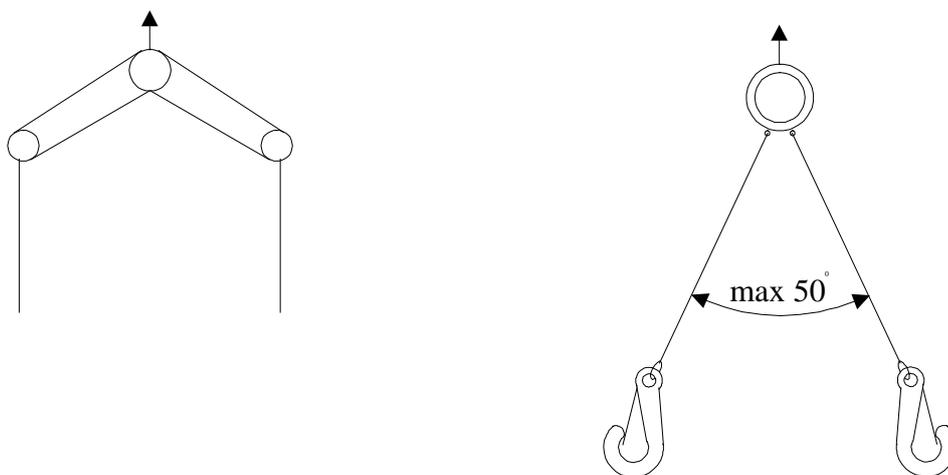


Рис. 6. Способ поднятия выключателя нагрузки.

- а) с помощью вилок (угол раскрытия больше 65° меньше 115°),
- б) с помощью подвесок (длина ок. 1м).

7 Обслуживание выключателя нагрузки

Обслуживание электрического привода с дистанционным управлением

Выключатель нагрузки, оснащенный электрическим механизмом, приспособлен к сотрудничеству со всеми системами управления и надзора посредством радиоуправления (п.16.1, 16.2). Маневрирование выключателем нагрузки может происходить дистанционным образом или из уровня земли – с помощью ручного привода или электрического управления из пульта коробки управления.

На пульте коробки управления находятся кнопки соответствующие нижеуказанному рисунку № 7:



Рис.7 Размещение кнопок на пульте управления выключателя нагрузки
Обслуживание ручного привода

7.1.1 Действия включи/выключи:

Каждый выключатель нагрузки оснащен трансмиссионным механизмом позволяющим маневрировать аппаратом вручную из земли.

Целью выполнения действий включи или выключи выключателя нагрузки ТНО 24 (36) с помощью ручного привода, следует стоя напротив замка ручного привода ввести маневровую штангу (1) в отверстие в коренном вале (2). После введения штанги (1) в отверстие (2) надо энергичным движением в право преодолевая заметное сопротивление пружины включить выключатель нагрузки.

Для того, чтобы выключить выключатель нагрузки следует ввести штангу (1) в отверстие (2) и энергичным движением в лево в плоскости горизонтали преодолевая заметное сопротивление пружины выключить выключатель нагрузки.

Рис.8 Вид ручного привода

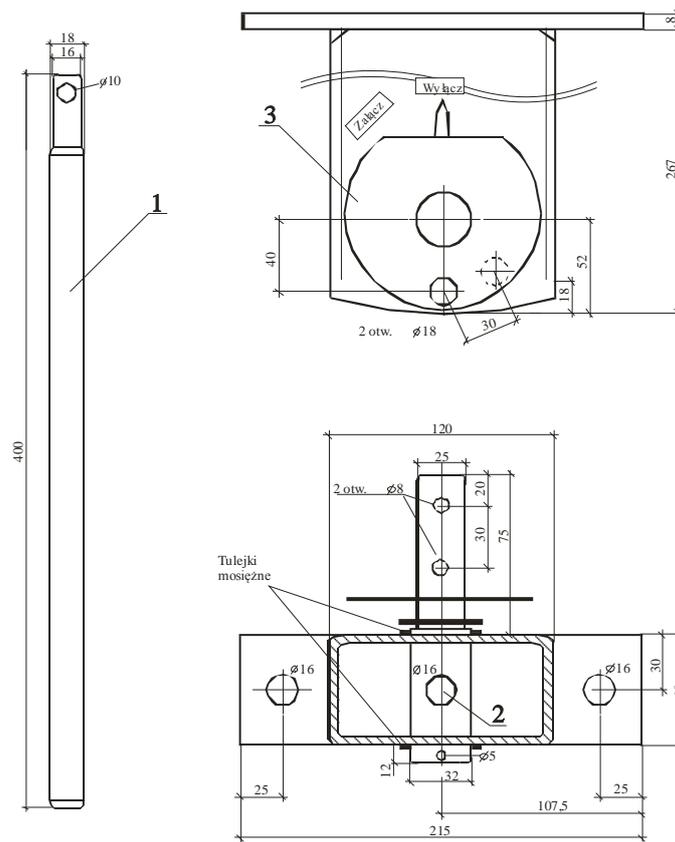
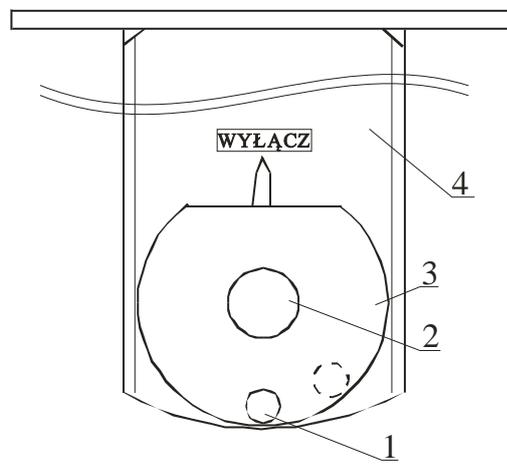
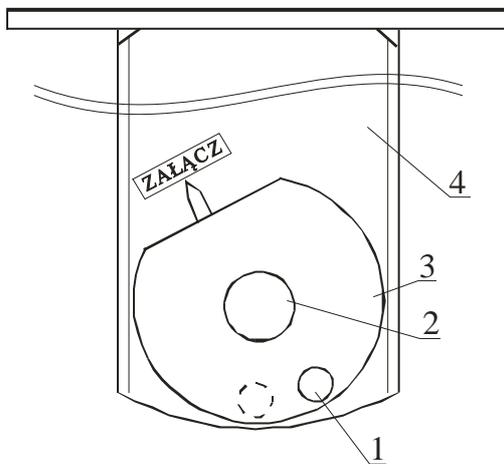


Рис.9 Ручной привод в положении вклочи

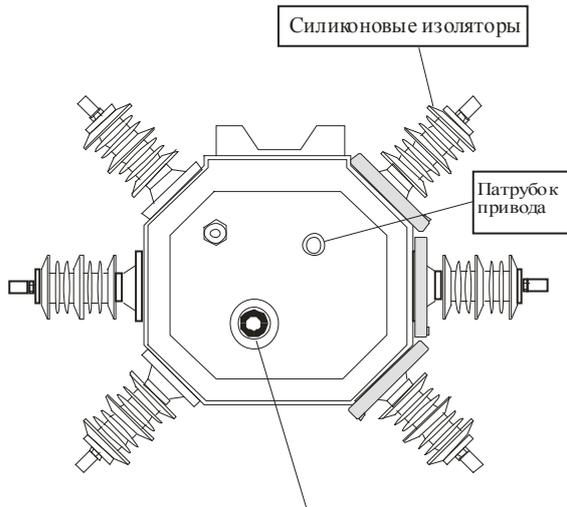
Рис.10. Ручной привод в положении выклочи



Описание:

- 2 – Коренной вал;
- 3 – Блокирующее кольцо;
- 4 – Корпус замка.

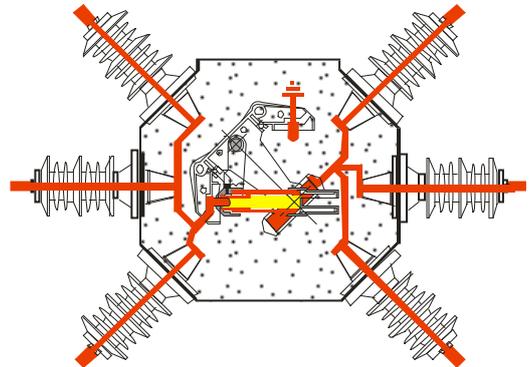
Внешний вид (из земли):



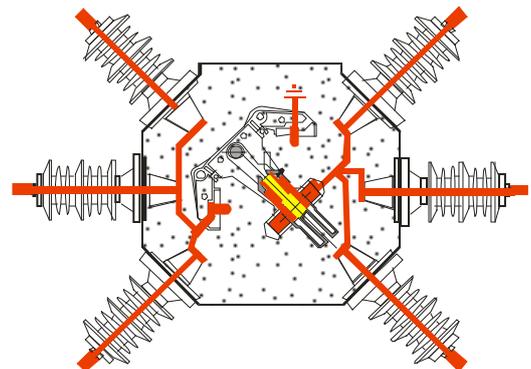
Оптический указатель виден из уровня земли
 I - закрытый II - открытый ⊥ - заземленный /для ТНО/Т

**ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ НАГРУЗКИ
 НАРУЖНОЙ УСТАНОВКИ :**

Вид внутренности
 выключатель нагрузки закрытый
 заземитель открытый

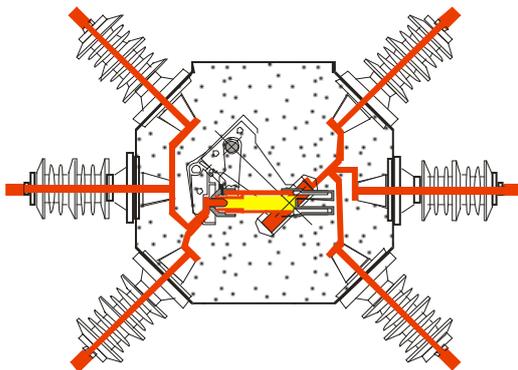


Вид внутренности
 выключатель нагрузки закрытый
 заземитель открытый.

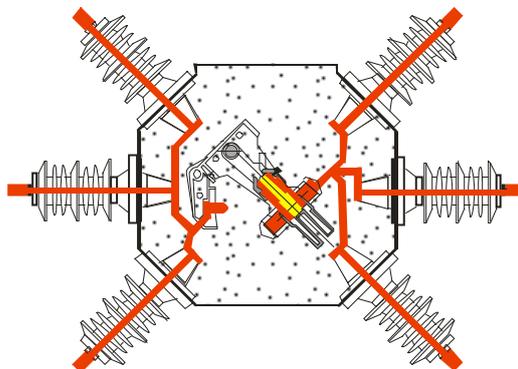


**ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ НАГРУЗКИ
 НАРУЖНОЙ УСТАНОВКИ :**

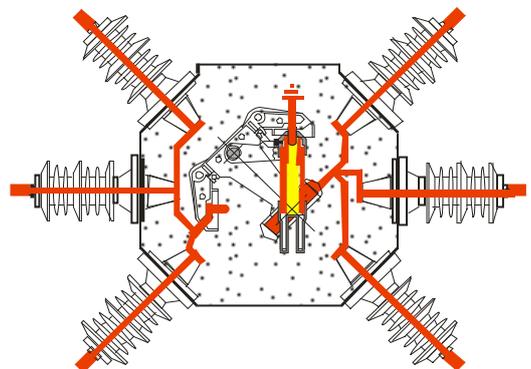
Вид внутренности
 выключатель нагрузки закрытый”.



Вид внутренности
 выключатель нагрузки открытый”.



Вид внутренности
 выключатель нагрузки закрытый
 заземитель закрытый



S

Рис. 11. Сигнализация состояния выключателя нагрузки вид внутренности выключателя нагрузки ТНО (ТНО/Т) – 24 (36), принцип действия

Блокировка ручного привода:

После окончания соединительных действий, маневровую штангу ввести снизу в отверстия в корпусе замка таким образом, чтобы верхняя часть штанги с отверстием для монтажа энергетического замка находилась между блокирующим кольцом (элемент № 3.) и корпусом замка (элемент № 4.).

Так закрепленная штанга после блокировки замком не позволит ввести в отверстие в коренном вале замка элементы, которые могут служить к маневрированию аппаратом посторонним лицам. В/у способ блокировки ручного привода выключателя нагрузки создает возможность выполнения соединительных действий с помощью двигательного привода с дистанционным управлением без необходимости демонтажа или изменения положения блокады привода..

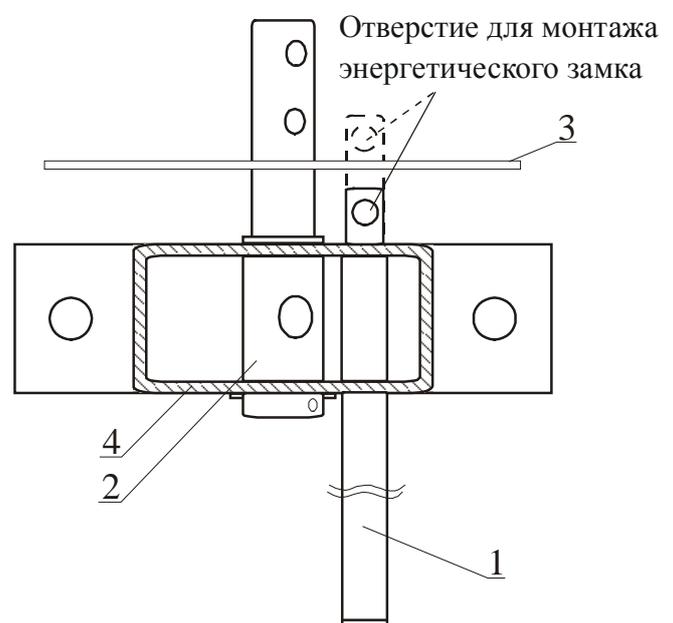
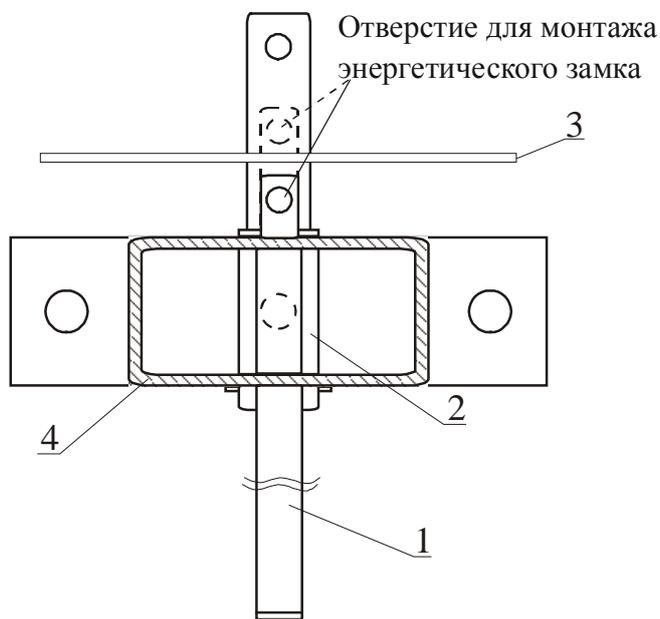


Рис.12. Блокада в положении выключи

Рис.13. Блокада в положении включи

Описание:

1 – Маневровая штанга; 2 – Коренной вал; 3 – Блокирующее кольцо; 4 – Корпус замка.

Блокировка коренного вала выключателя нагрузки:

Целью достижения большей безопасности работы в линиях с выключателя нагрузки ТНО – 24 (36)с дистанционным управлением, существует возможность целевой механической блокировки коренного вала выключателя нагрузки в любом рабочем положении.

Для этого надо маневровую штангу из положения, описанного в п. 9.3 передвинуть вверх в отверстие в блокирующем кольце (элемент пг 3.) и опять заблокировать энергетический замок (в/у положение штанги представлено на рисунках штриховой линией).

8 Испытание изделия у производителя.

Испытания изделия имеют своей целью обнаружение материальных недостатков и ошибок в исполнении.

Они не решают о свойствах и надежности исследуемого изделия. Каждый выключатель нагрузки проходит испытания.

Испытания изделия включают:

- a) испытание изоляции силовой цепи испытательным напряжением с частотой сети,
- b) измерение активного сопротивления силовых частей,
- c) измерение герметичности емкости.

Акт испытания изделия обычно является лишним, если это не было согласовано по-другому производителем и потребителем.

ad. a)

Испытание изоляции силовой цепи испытательным напряжением с частотой сети выполняется на комплектном выключателе нагрузки. Испытательное напряжение должно подниматься до величины 50 V и сохраняться в течение одной минуты. Результат можно считать положительным, если не произошли пробои изоляции.

ad. b)

Измерение активного сопротивления силовых частей следует произвести для всех токоведущих узлов выключателя нагрузки типа ТНО (ТНО/Т) – 24 (36).

Во время испытания падение постоянного напряжения или активное сопротивление силового токоведущего узла каждого полюса должны измеряться в условиях близких к условиям работы. Ток, применяемый во время испытаний, должен иметь величину в пределах, содержащихся между 50 А и номинальным длительным током.

Измеряемое активное сопротивление не должно превышать $1,2 R_{\text{н}}$ при чем величина $R_{\text{н}}$ это величина измеренная перед испытанием.

ad. c)

Выключатель нагрузки многократно подвергается испытанию на герметичность во время процесса производства целью устранения материальных недостатков и ошибок в исполнении.

Герметичность проверяется гелиевым методом, наиболее точным из всех известных, с помощью гелиевого детектора UL-200 производства фирмы Leybold.

Полностью оснащенная емкость выключателя нагрузки перед наполнением её газом SF₆ опоражнивается до уровня $\sim 2 \cdot 10^{-2}$ mbar. После достижения заданного вакуума испытывается полная негерметичность емкости, которая должна находиться на уровне:

$$\sim 5 \cdot 10^{-7} \frac{\text{mbar} \cdot \text{l}}{\text{s}}$$

Это гарантирует годовые течи на уровне $< 0,1\%$ и согласно норме IEC 56 классифицирует выключатель нагрузки среди оборудования не требующего дополнения газом во время работы в нормальных условиях. Испытания изделия, произведенные производителем, не освобождают лица, устанавливающего выключатель нагрузки от проведения контроля технического состояния выключателя нагрузки имея ввиду возможность повреждения в транспорте.

9 Послемонтажные испытания и исследования.

После окончания монтажных работ надо их подвергнуть контрольным испытаниям.:

- проверка правильности крепления выключателя нагрузки на данном типе опоры;
- согласование очередности фаз;
- проверка технического состояния болтовых соединений в присоединениях воздушных линий;
- проверка действия механизма ручного привода /двигательного, аккумуляторного/;
- проверка действия управления разъединителем в режиме автоматической работы, ручного управления;
- проверка состояния газа, сигнализируемого манометрическим реле – регулятором давления;
- проверка табличек и описаний на выключателе нагрузки и шкафчике управления.

После окончания проверки отдельных элементов управомоченные лица должны выполнить, подтвержденные соответствующими актами испытания аппаратов и измерения цепей, определяющие их трудоспособность.

10 Эксплуатация.

Безопасность обслуживания.

В качестве средств основной защиты от поражения электрическим током применены:

- Закрытый металлический корпус защищающий посторонние лица от случайного прикосновения к частям, находящимся под напряжением,
- Требуемые положениями соответствующие величине напряжения изоляционные расстояния,
- Заземлены штанги привода и ручной привод.

Гарантируется высокая степень безопасности обслуживания. Обслуживание выключателя нагрузки не требует непосредственного с ним контакта. Циклы включения и выключения могут выполняться вручную из уровня земли. Существует возможность управления выключателем нагрузки посредством радиуправления. Целью получения большей безопасности труда в линиях с выключателем нагрузки ТНО - 24 (36) с дистанционным управлением, существует возможность целевой механической блокировки коренного вала выключателя нагрузки в любом рабочем положении.

Емкость, герметичная, защищена от чрезмерного повышения давления внутри специально запроектированным предохранительным клапаном, который находится в верхней части емкости.

Номинальное абсолютное давление газа SF₆ должно составлять 30 кПа при температуре 20⁰С Манометрическое реле газа сигнализирует аварию, когда внутреннее давление снизится к уровню 5 кПа, это обозначает, что SF₆ находится внутри емкости в сверхдавлении.

Это не обозначает немедленного появления дугового короткого замыкания но ослабление диэлектрического сопротивления.

В таком случае надо сразу проинформировать Сервисную службу ООО «ПРОМТЭК».

В случае выключателя нагрузки оснащенного только ручным приводом во время совершения планируемых осмотров надо проверять состояние газа SF₆. В герметической коробке находящейся под выключателем нагрузки находится зажимная планка. Регулятор давления прикреплен на емкости выключателя нагрузки.

Существует возможность ручного включения и выключения выключателя нагрузки в состоянии аварии /разгерметизирование емкости/, сигнализированной манометрическим реле газа, зато при управление из шкафа управления /ручное или автоматическое управление/ существует возможность включения выключателем нагрузки, но заблокирована возможность отключения из-за возможности вспышки дуги.

Прочность выключателя нагрузки составляет 5000 механических циклов и 200 коммутационных циклов номинальных токов. Выключатель нагрузки не требует консервации до времени превышения количества коммутации, определенного прочностью разъединителя.

Выключатель нагрузки оснащен манометрическим реле газа, состояние которого следует проверять в ходе просмотров линии.

Внимание!

В случае разгерметизации надо обратиться в Сервисную службу ООО «ПРОМТЭК»

Внимание!

Персонал, обслуживающий выключатель нагрузки, должен быть обучен и подготовлен к безопасному обслуживанию оборудования, содержащего SF₆.

В нормальной эксплуатации, при типичных допустимых годовых убылях газа ниже 1%, его воздействие на местную окружающую среду / в том числе, обслуживающий персонал/ очень малое /не учитывается/.

После законченного периода работы надо обратиться в Сервисную службу ООО «ПРОМТЭК» с целью получения образцов газа и определения степени износа выключателя нагрузки.

В случае необходимости рекомендуется во время совершения осмотров провести консервацию приводных частей, итп.:

- Вазелином смазать петли и замки дверей ушкафа управления;
- Возможные убыли на емкости выключателя нагрузки или шкафу управления покрыть малярскими покрытиями.

11 Охрана окружающей среды.

Как указывает литература, исследования показали, что применение этого газа не влияет на глобальную экологическую угрозу, так как парниковый эффект газа, достигающего до атмосферы не учитывается и газ SF₆ не участвует в стратосферном разложении озоном.

Газ SF₆ является нетоксичным, бесцветным, негоряемым газом без запаха, но его химические свойства сохраняются только до момента появления электрической дуги. От выступления электрической дуги или частичного разряда в атмосфере SF₆ появляются продукты распада газа и вторичных химических реакций с **токсическим** действием для людей и **агрессивным** для металлов. Это как летучие продукты, так и твердые в виде белого порошка.

Внимание! Надо соблюдать особую осторожность работая с разгерметизированной емкостью. Газ, находящийся внутри, может быть опасный.

12 Заключительные замечания.

Все замечания на тему работы выключателя нагрузки просим направлять на адрес производителя.

13 Производитель выключателя нагрузки.

ООО «ПРОМТЭК»

196631, г. Санкт-Петербург,

Волхонское шоссе, д. 2а

Тел./факс (812) 319-36-13

Сайт: www.promtec.su

Приемная: promtec@promtec.su

Отдел продаж: sales@promtec.su

Служба сервиса: service@promtec.su