

# ПЕРЕКЛЮЧАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

## ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ



**ПЕРЕКЛЮЧАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА**  
**ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ**  
**ЕА – 740**

**НИИ – В**  
**СОФИЯ БОЛГАРИЯ**  
**2011**

## *Содержание*

<i>Основные характеристики и технические данные. Общие положения</i> .....	4
<b>1. Приложение и принцип работы</b>	
1.1 Электрические схемы и последовательность работы.....	5
1.2 Основные компоненты и встраивание ПУ в трансформатор.....	7
1.3 Основные схемы переключения .....	8
<b>2. Технические характеристики переключающих устройств</b> .....	
9	
<b>3. Изоляционная система переключающих устройств</b>	
3.1 Характеристики конструкции .....	10
3.2 Требования к изоляционной системе .....	10
<b>4. Токоведущая система переключающих устройств</b>	
4.1 Особенности конструкции и общие требования .....	11
4.2 Испытание контактов на нагрев .....	12
4.3 Испытание током короткого замыкания.....	12
4.4 Использование параллельных токоведущих элементов .....	13
4.5 Работа ПУ при перегрузке.....	13
<b>5. Переключающая система ПУ</b>	
5.1 Допустимые режимы переключения .....	13
5.2 Специфические режимы переключения .....	14
5.2.1 Переключение с помощью контактов, связанных в параллель .....	14
5.2.2 Переключение обмоток с грубой ступенью.....	15
5.3 Особенности при переключении регулиционной обмотки с грубой ступени .....	16
5.4 Переходные (токоограничающие) резисторы .....	17
<b>6. Механическая система переключающих устройств</b>	
6.1 Основные компоненты ПУ .....	18
6.2 Моторный привод и комплектровка .....	18

<b>7.</b>	<b><i>Эксплуатационные условия и защита переключающих устройств</i></b>	
7.1	Самое важное относительно эксплуатации .....	20
7.2	Защитные устройства.....	21
<b>8.</b>	<b><i>Установка ПУ и моторных приводов к трансформаторам</i></b>	
8.1	Основные монтажные схемы .....	21
8.2	Присоединение ПУ к моторному приводу.....	22
<b>9.</b>	<b><i>Типовые и контрольные испытания ПУ</i></b>	
9.1	Типовые испытания .....	23
9.2	Контрольные испытания.....	23
9.3	Управление качества .....	23
<b>10.</b>	<b><i>Выбор переключающего устройства</i></b> .....	<b>24</b>
<b>11.</b>	<b><i>Приложения</i></b> .....	<b>26</b>

## ***ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ***

Принцип действия переключающих устройств (ПУ), изготавливаемых Хюндай Хеви Индастрис-Болгария (ННІВ), технические параметры и данные, относящиеся ко всем переключающим устройствам приведены в общей спецификации. Конкретные данные каждого отдельного типа ПУ даны в отдельных каталогах.

Производитель трансформаторов может выбрать из общей спецификации и конкретных спецификаций необходимый ему тип ПУ.

Для выбора подходящего ПУ производитель трансформаторов заполняет спецификацию для заказа, которая следует быть подтверждена ННІВ. Ответственность за правильный выбор ПУ несет производитель трансформатора.

ННІВ сохраняет за собой право совершать изменения в общей и конкретных спецификациях производимых им ПУ.

Данные в общей спецификации относятся к ПУ типов RS5, RS6, RS7, RS9, RS12, RS16 и RS21, которые работают по классической схеме переключения с резисторами, а также и к типам RS21, RS22, RSV5, RSV9 и RSV12, которые окомплектованы вакуумными контакторами.

### ***Примечание:***

Чертежи, схемы и технические данные в этой брошюре могут быть изменены без предварительного уведомления.

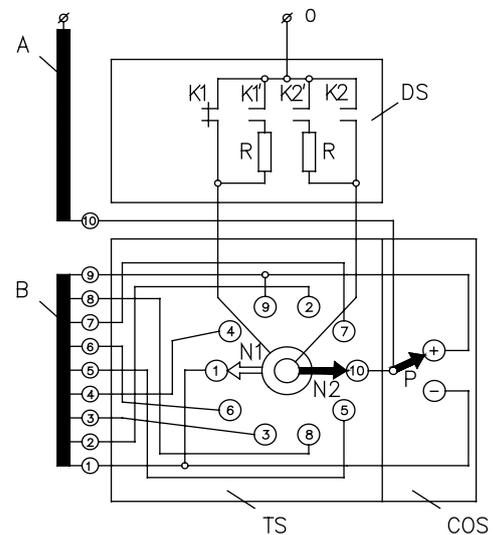
## 1. Приложение и принцип работы

### 1.1. Электрические схемы и последовательность работы

Одним из наиболее распространенных методов регулирования напряжения является изменение коэффициента трансформации силовых трансформаторов. ПУ обеспечивают регулирование напряжения и бесперебойное питание посредством изменения коэффициента трансформации под нагрузкой. Коэффициент трансформации изменяется ступенчато посредством регулировочной обмотки, чьи ответвления присоединены к неподжным контактам избирателя (И) ПУ. Для этой цели (сх. 1) к основной обмотке А присоединена последовательно регулировочная обмотка В с определенным числом ответвлений. Посредством проводов эти ответвления присоединены к неподжным контактным элементам (1,2,3,...10) избирателя.

Избиратель имеет нечетные N1 и четные N2 комплекты контактов, присоединенных к главным комплектам контактов К1 и К2 контактора. Контактор – быстродействующий с резисторами R, вспомогательными контактами К1' и К2'. Действие контактора объяснено далее.

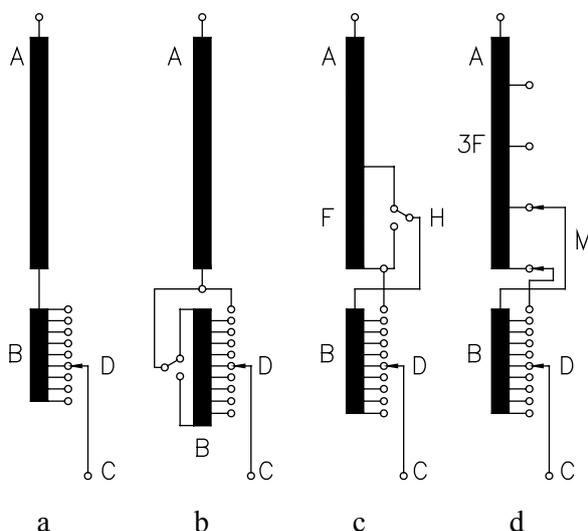
Предызбиратель используется для удваивания диапазона регулирования посредством согласованного или встречного подключения регулировочной обмотки В по отношению к основной обмотке А трансформатора.



- A – основная обмотка т-ра
- B – регулировочная обмотка
- DS – контактор
- TS – избиратель
- COS – предызбиратель

**Схема 1:** Принципиальная эл. схема ПУ

Электрическая схема на сх. 1 наиболее часто используемая. Кроме нее используются и другие схемы регулирования – сх. 2.



- a – линейная схема регулирования
- b – схема с реверсивным предызбирателем (сх. 1)
- c – схема с грубой ступенью F и предызбирателем грубой ступени H
- d – схема с повышенным числом грубых ступеней и многократным предызбирателем M

**Схема 2:** Основные схемы переключения

Последовательность работы контактных элементов переключающего устройства на сх. 1 можно представить посредством циклограммы и круговой диаграммы (сх. 3).

Круговые диаграммы снимаются за один цикл переключения и при этом отчитываются соответствующие углы. Для прослеживания работы предызбирателя на сх. 3а представлено переключение с 10-го на 11-е положение. Соответствующие углы:  $\alpha_1$  – N1 трогается;  $\alpha_2$  – N1 размыкается;  $\alpha_3$  – N1 замыкается;  $\alpha_4$  – N1 останавливается;  $\alpha_5$  – начало переключения контактора С;  $\alpha_c$  – угол работы С (представлен увеличенным);  $\alpha_p$  – угол переключения предызбирателя.

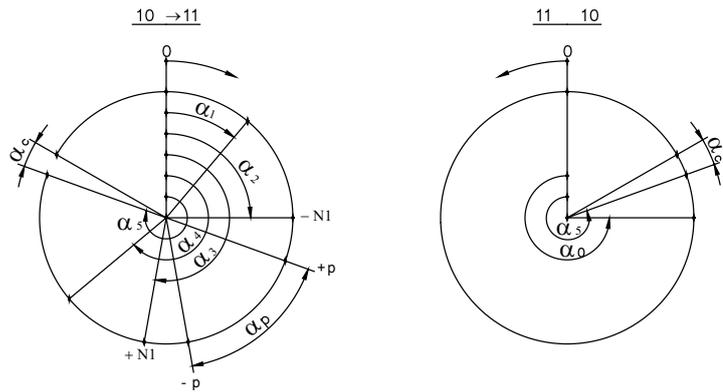
При реверсировании (сх. 3б) осуществляется только переключение контактора С ( $\alpha_c$ ). Это возможно благодаря наличию свободного хода на угол  $\alpha_0$  в кулпунге кинематической цепи между контактором и избирателем.

Моторные привода ННІВ изготавливаются с 33 оборотами выходящего вала за один цикл переключения с одной ступени на следующую.

В этом случае размыкание и замыкание контактных элементов отчитываются посредством числа оборотов  $n$  и можно представить циклограммой на сх. 3с.

Циклограмма снимается на каждое выпущенное переключающее и результат отмечается в протоколе контрольных испытаний.

Контакты ННІВ являются быстродействующими с резисторами и гашением дуги в трансформаторном масле. Они работают по схеме “флаг”. Последовательность работы контактных элементов, представленной циклограммой переключения и векторной диаграммой, показана на сх. 4.



Фиг. 3а

Фиг. 3б

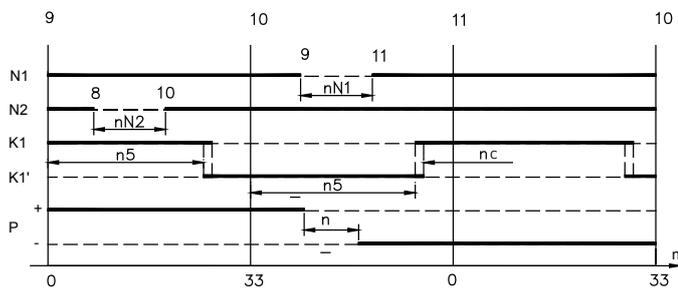


Схема 3с

Схема 3а: Последовательность действия показан  
Схема 3б: Круговая диаграмма при реверсировании  
Схема 3с: Лейный показ работы через циклограмму

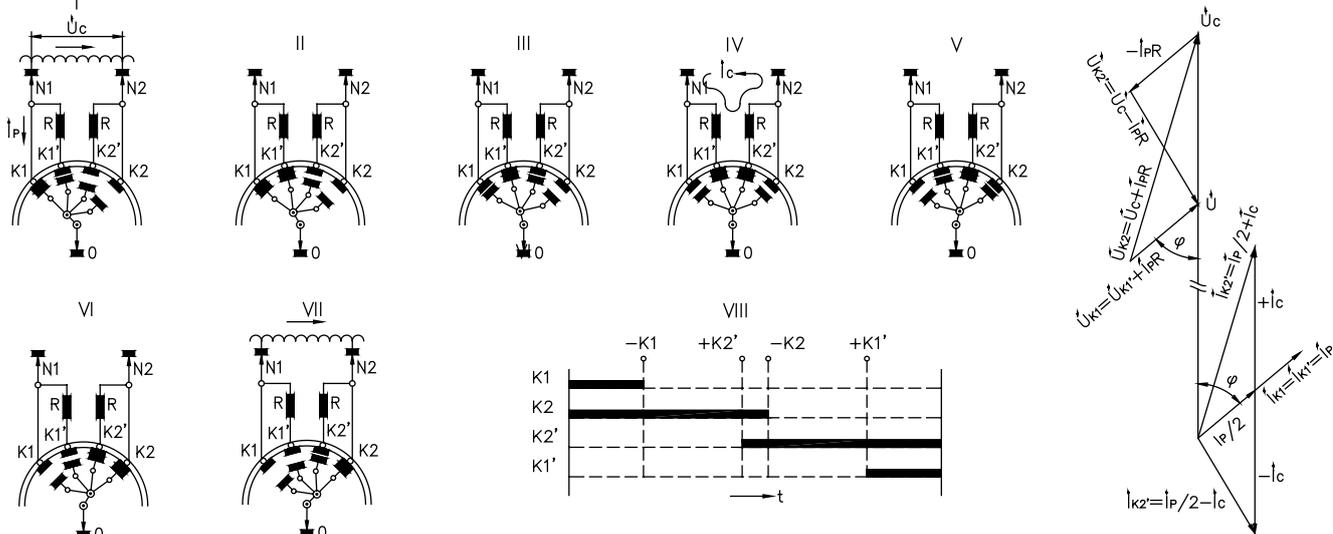


Схема 4: Последовательность переключения контактора резисторного типа

Продолжительность переключения различных типов контакторов находится в диапазоне 28÷45 ms. Осциллограммы переключения в обоих направлениях прилагаются к протоколу контрольных испытаний. Показанная векторная диаграмма для определенного коэффициента мощности (cosφ) отражает случаи повышающего и понижающего регулирования, при этом  $U_c$  – напряжение ступени,  $I_p$  – рабочий ток;  $I_c$  – циркулирующий ток.

$$I_c = \frac{U_c}{2R}$$

ННІВ производит также и ПУ с контакторами, использующие вакуумные дугогасительные камеры (ВДК). Основная схема с тремя ВДК, одним резистором R и переключающим контактным элементом S показана на сх. 5.

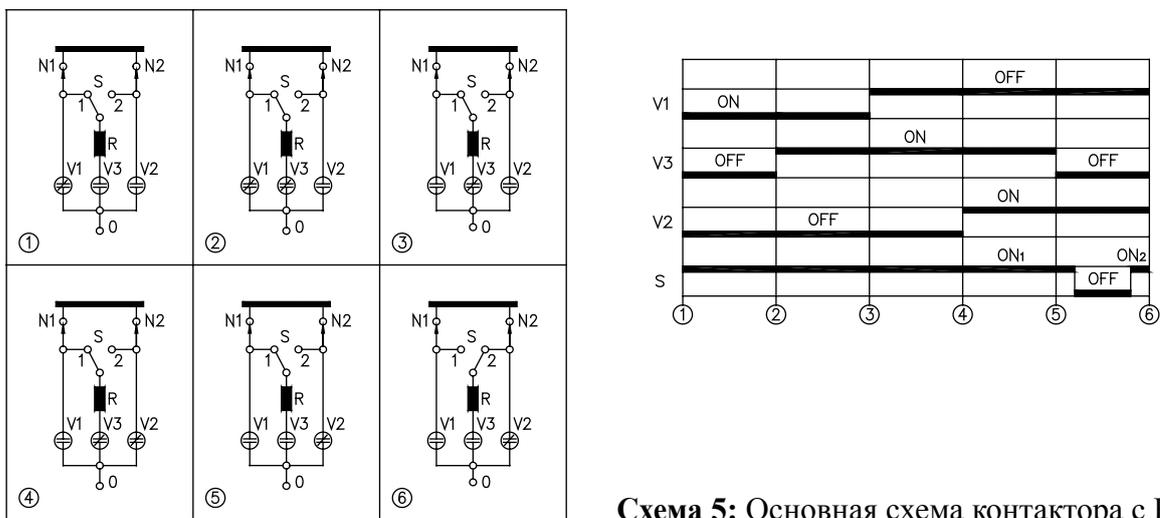


Схема 5: Основная схема контактора с ВДК

Главные ВДК (V1 и V2) прерывают нагрузочный ток, а вспомогательная (V3) прерывает циркулирующий ток, который определяется резистором R с таким расчетом, чтобы циркулирующий ток был меньше нагрузочного тока. Таким образом повышается электрическая износостойкость контактора. Используются также и схемы со специальной конструкцией контактов S, а также с двумя ВДК. Они описаны в соответствующих технических документах переключающих устройств, к которым относятся.

### 1.2. Основные компоненты и встраивание ПУ в трансформатор

Изготавливаемые в ННІВ переключающие устройства предназначены для монтажа в бак трансформатора. (сх. 6). Переключающее устройство погружено в трансформаторное масло (11) бака трансформатора (10), непосредственно рядом с активной частью (16) так, чтобы гибкие связи между регулиционной обмоткой и переключающим устройством были по возможности наиболее короткими.

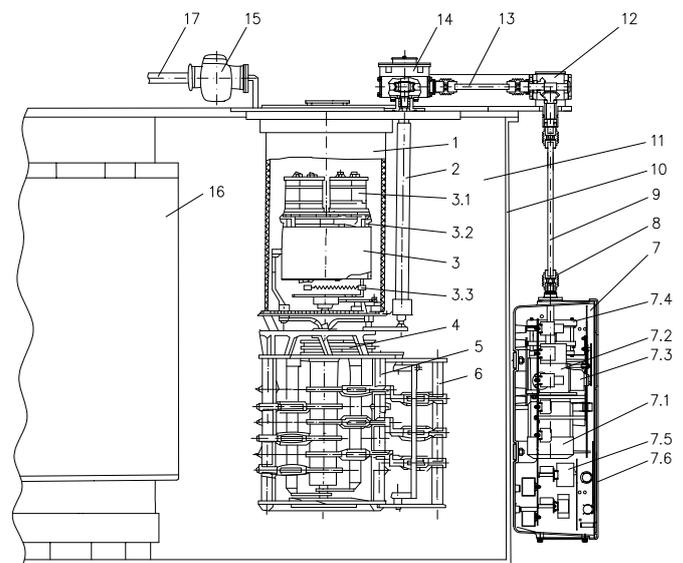


Схема 6: ПУ, встроенное в бак трансформатора

Основные компоненты переключающего устройства следующие: бак контактора 1, контактор 3, избиратель 5, предвыбиратель 6 и моторный привод 7, который устанавливается снаружи на баке трансформатора. Вращение от МП передается через карданные муфты 8, вертикальный вал 9, угловую передачу 12 и горизонтальный вал 13 на червячный редуктор 14, расположенного на несущем фланце ПУ. Вращение передается на вертикальный изоляционный вал 2 и механизм 4, который координирует работу контактора, избирателя и предвыбирателя.

Контактор состоит из трех основных компонентов: резисторов 3.1, контактной системы 3.2 и пружинно-энергетического аккумулятора 3.3.

Бак контактора 1 защищен маслоструйным реле 15, присоединенного трубопроводом 17 к расширителю трансформатора. Для слива загрязненного масла из изоляционного бака используется сифонное устройство, непоказанное на рисунке.

Моторный привод состоит из электродвигателя 7.1, редуктора 7.2 с ручным приводом 7.3, электрического управления 7.4 и электрического щитка 7.5. Все эти компоненты расположены в защитной коробке 7.6.

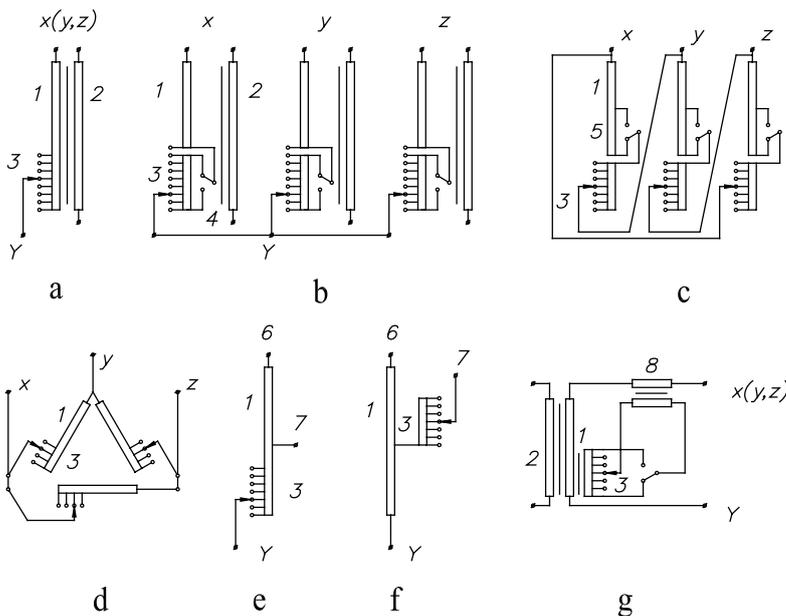
Являясь аппаратом высокого напряжения, переключающее устройство обладает пятью специфическими системами:

- Изоляционная система – обеспечивает изоляцию по отношению земли и между элементами с различными потенциалами.
- Токоведущая система, для которой самыми характерными особенностями являются контактные элементы избирателя и предвыбирателя.
- Коммутационная контактная система контактора.
- Механическая система, состоящей из моторного привода, элементов передачи и некоторых специальных механизмов.
- Система защиты и обслуживания.

Наиболее характерные особенности этих систем будут представлены далее.

**1.3. Основные схемы регулирования**

Переключающие устройства, производства ННВ, могут применяться в самых разнообразных конструкциях трансформаторов. Основные типовые схемы регулирования представлены на сх. 7. Различные модификации этих схем даны в документациях производимых переключающих устройств.



- a – линейная схема регулирования
- b – регулирование в звездном центре с использованием реверсора
- c – регулирование в схеме треугольника с грубыми ступенями
- d – регулирование в схеме несимметричного треугольника с помощью двухфазного и однофазного переключающих устройств
- e and f – характерные схемы регулирования напряжения автотрансформаторов
- g – схема регулирования с помощью волдобавочного (бустер) трансформатора

Схема 7: Основные схемы регулирования

## 2. Технические характеристики переключающих устройств

Как и каждый электрический аппарат высокого напряжения, переключающее устройство характеризуется некоторыми основными техническими параметрами:

- Номинальный уровень изоляции – наивысшее напряжение, при котором переключающее устройство может работать неограниченное время. Согласно стандарту оно связано с регламентированными величинами импульсных напряжений и напряжениями промышленной частоты, а где необходимо и напряжениями между фазами. Переключающие устройства ННВ имеют следующие номинальные напряжения: 41,5; 72,5; 123; 145; 170; 245 и 300 кV. По желанию заказчика могут быть договорены и другие величины.
- Номинальная частота – промышленная частота тока, для которого предназначено переключающее устройство. Стандартное исполнение 50 Hz и 60 Hz.
- Номинальный ток – эффективная величина тока, который переключающее устройство должно пропускать неограниченное время без повреждений в соответствии с другими характеристиками и рабочими условиями, согласно стандартам. В переключающих устройствах ННВ используется следующий ряд номинальных токов: 200; 400; 630 (700); 1000; 1200 (1250) для трехфазного исполнения и дополнительно 1600А и 2000А – в однофазном исполнении. С номинальным током связаны: максимальный номинальный ток (чаще всего выше на 20%), ток термической стойкости и ток динамической стойкости.
- Число фаз – переключающие устройства ННВ исполняются в однофазном, двухфазном и трехфазном исполнении, в соответствии с заказом.
- Номинальный уровень внутренней изоляции – характеризуется выдерживаемыми напряжениями на импульс и напряжениями с промышленной частотой на ступень, диапазон и частичный диапазон. Предлагаются следующие ряды избирателя и предвызбирателя с нарастанием величин выдерживаемых напряжений: К, L, M, N, P.
- Число рабочих положений – наибольшее число положений, на которое переключающее устройство может быть использовано в соответствии с его конструкцией. Чаще всего это число до 35, но в специальных исполнениях может быть увеличено до 107. Связь между числом рабочих положений, числом положений избирателя и вида предвызбирателя дана в основной схеме соединения.

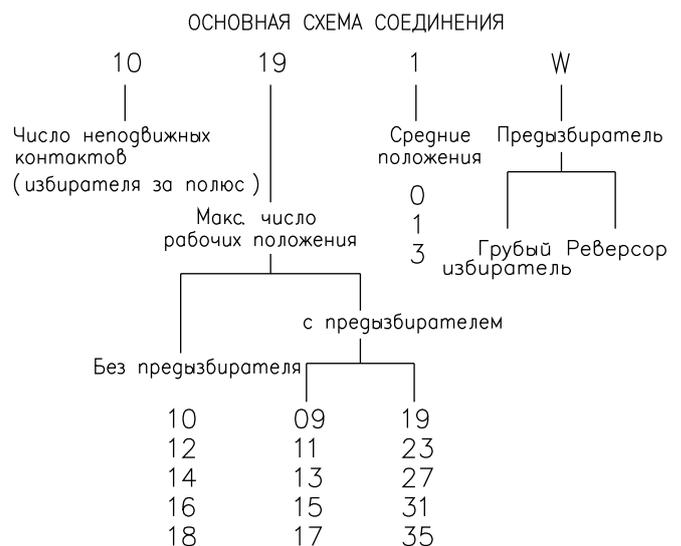
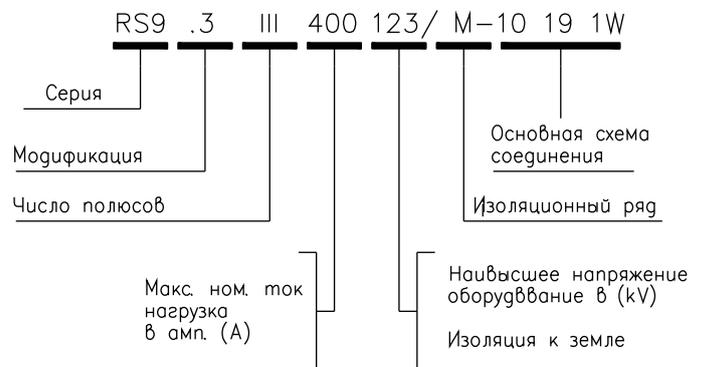


Схема 8: Обозначение типа ПУ

Все указанные здесь характеристики связаны с типовым обозначением конкретного переключающего устройства. Пример такого обозначения показан на сх. 8 для одного типопредставителя RS9.3.

Другими важными параметрами переключающих устройств являются номинальное напряжение ступени и максимальное номинальное напряжение ступени. Они связаны с величинами токов переключения и рассмотрены дальше в связи с коммутационной системой переключающих устройств.

### 3. Изоляционная система переключающих устройств.

#### 3.1. Характеристики конструкции

Переключающие устройства ННІВ имеют следующие особенности конструкции: ПУ серий RS9, RS6, RS7, RSV5, RSV9 (однофазное и трехфазное исполнение), RS20 (в трехфазном исполнении) имеют отдельный масляный бак для контактор. Избиратель и предызбиратель расположены ниже масляного бака контактора в чистом масле трансформатора – сх. 6.

Контактор закреплен к контактными элементами на дне масляного бака или на стенке изоляционного цилиндра бака. Таким образом масло и изоляционный материал масляного бака обеспечивают изоляцию контактора по отношению земли. Приводной вал ПУ тоже расположен в чистом масле. Эти особенности конструкции обеспечивают высокую надежность изоляционной системы.

ПУ серии RS5 имеют подобную конструкцию, но контактор выполнен с тремя отдельными изолированными фазами. Эти три фазы имеют унифицированную конструкцию с контактными системами RS9 и RS6, но отдельные фазы имеют масляную изоляцию между собой. Изоляционная система ПУ RS21(однофазное исполнение) и RS22 (трехфазное исполнение), работающих в газовой среде SF6, разработана на тех же принципах.

ПУ RS12, RS16 и RSV12 имеют три однофазных контактора, которые расположены этажно один под другим. Они могут быть соединены в звезду или изолированы один от другого. Вокруг колонны контакторов расположены контактные элементы избирателя. Во всех упомянутых ПУ этого типа предызбиратели расположены в чистом масле.

#### 3.2. Требования к изоляционной системе

**Таблица 1:** Главная изоляция ПУ (изоляция по отношению земли и между изолированными фазами) серий RS выдерживает следующие испытательные напряжения

Наивысшее напряжение оборудования, kV r.m.s.	41,5	72,5	123	145	170	245 (300)
Номинальное выдерживаемое напряжение промышленной частоты, kV r.m.s.	95	140	230	275	325	460
Импульсное выдерживаемое напряжение ( 1,2/50 $\mu$ s ), kV peak	250	350	550	650	750	1050
Номинальное коммутационное импульсное выдерживаемое напряжение ( 250/2500 $\mu$ s ), kV peak	-	-	-	-	-	850

По желанию заказчика могут быть договорены и другие величины.

Все декларированные выдерживаемые напряжения доказываются посредством испытаний согласно п. 5.2.6 стандарта IEC60214-1:2003.

Выдерживаемые напряжения изоляционных промежутков (сх. 9) доказываются также испытаниями. Конкретные величины этих напряжений даны в документации на данное ПУ.

Выдерживаемые напряжения на ступень ПУ с вакуумными дугогасительными камерами сравнительно ниже по сравнению с соответствующими ПУ с масляными контакторами. В случае необходимости от более высоких выдерживаемых напряжений, в конкретном трансформаторе

принимаются специальные конструкционные меры (подходящая схема переключения, последовательно соединенные разединители, нелинейные резисторы).

БЕЗ ПРЕДЫЗБИРАТЕЛЯ

С РЕВЕРСОРОМ

С ГРУБЫМ  
ПРЕДЫЗБИРАТЕЛЕМ

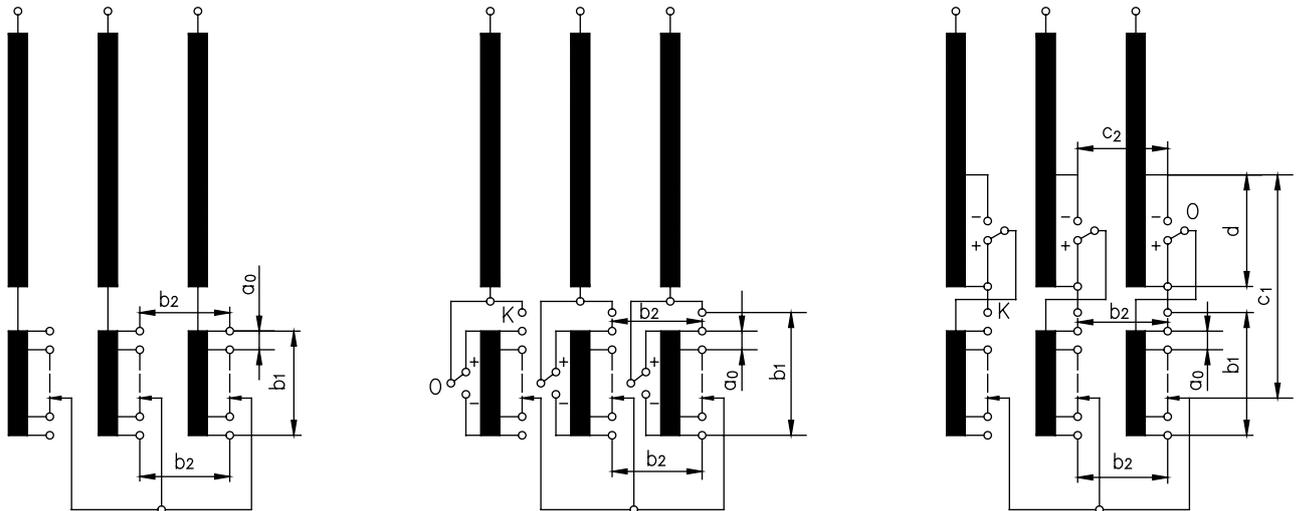


Схема 9: Главные изоляционные промежутки

$a_0$  – изоляционный промежуток между токоведущими частями двух соседних ответвлений (ступень)

$b_1$  – изоляционный промежуток между токоведущими частями, присоединенных к концам регулиционной обмотки (диапазон)

$b_2$  – изоляционный промежуток между токоведущими частями двух соседних фаз избирателя.

$d$  – изоляционный промежуток между токоведущими частями, соединенных с концами грубой ступени

$c_1$  – изоляционный промежуток, подложенного на напряжение тонкой обмотки и грубой ступени

$c_2$  – изоляционный промежуток между частями, связанных с началом грубых ступеней двух различных фаз.

Для ПУ с более высоким напряжением оборудования  $U_m = 121 \text{ kV}$  и выше и при соединении, различающимся от соединения в нейтральной точке, проводятся испытания на частичные разряды. Это осуществляется в соответствии с п. 5.6.9 ИЕС 60214-1:2003.

#### 4. Токоведущая система переключающих устройств

##### 4.1. Особенности конструкции и общие требования

Токоведущая система переключающего устройства состоит из последовательно связанных токоведущих элементов, неподвижных и подвижных контактных элементов предызбирателя, избирателя и контактора (сх. 1). Все элементы токоведущей цепи рассчитаны на максимальный номинальный ток и на гарантированный производителем ток короткого замыкания. Специальное внимание отделено на подвижные контактные соединения. Контактные элементы выполнены из меди или электротехнического месинга (с повышенным содержанием меди). В переключающих

устройствах ННІВ все контактные элементы, вне зависимости от номинального тока, покрыты механически стойким серебром.

Во время производства переключающих устройств измеряются и записываются в протокол контрольных испытаний следующее:

- Контактное нажатие подвижных контактных соединений. Оно должно быть равным или больше предписываемых ННІВ норм.
- Омические сопротивления отдельных компонентов токоведущей цепи и всего переключающего устройства. Они не должны превышать соответствующие нормы, предписанных в ННІВ.

Типовые испытания токоведущей цепи переключающих устройств проводятся в соответствии с IEC 60214-1:2003. Такими испытаниями являются:

- Испытание на нагрев.
- Испытание током короткого замыкания.

## 4.2. Испытание контактов на нагрев

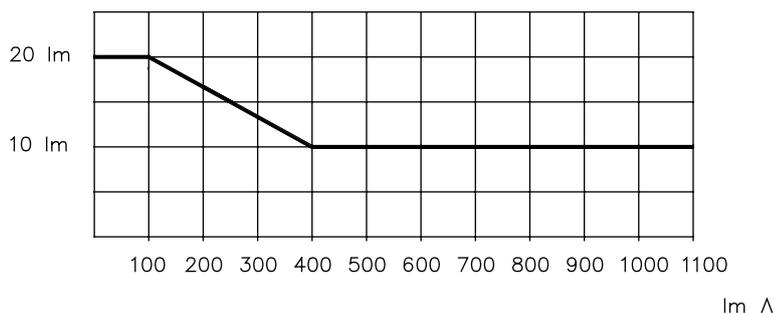
Испытание на нагрев производится посредством пропускания через токоведущую цепь переключающего устройства тока, равного 1.2 максимального номинального тока до установления превышения температуры по отношению к окружающей среде в соответствии с требованиям стандарта.

При этом превышение температуры каждой точки токоведущей цепи для переключающих устройств, погруженных в масло, не должно превышать 20°C. Для произведенных в ННІВ переключающих устройств чаще всего нагрев не превышает 15°C.

Для переключающих устройств, работающих в газовой SF6 среде, какими являются RS21 и RS22, измеренное превышение температуры не выше 35°C, независимо от того, что для посеребрянных контактных элементов допустимо превышение до 65°C.

## 4.3. Испытание током короткого замыкания

В соответствии с IEC 60214-1:2003, п.5.2.3 величина тока короткого замыкания определяется в зависимости от максимального номинального протекающего тока – сх. 10.



**Схема 10:** Величина испытательного тока короткого замыкания

Ток короткого замыкания включается три раза, каждое включение продолжительностью 2 секунды. Начальный ударный ток должен в 2,5 ( $\pm 5\%$ ) раза превышать установившееся значение номинального испытательного тока короткого замыкания.

Переключающие устройства ННІВ выдерживают более высокие стоимости термических и динамических компонентов тока короткого замыкания. В некоторых сериях ПУ это превышение двухкратное. Конкретные величины токов даны в технических документациях отдельных серий. По требованию клиента, могут быть проведены испытания током короткого замыкания, величина которого различается от регламентированной ННІВ. При необходимости могут быть сделаны и некоторые конструктивные изменения ПУ.

#### **4.4. Использование параллельных токоведущих элементов**

В однофазных переключающих устройствах для более высоких протекающих номинальных токов, конструкции избирателя и предызбирателя делаются с двумя параллельными контактными системами. Это эффективно тогда, когда регулиционная обмотка трансформатора расчленена, т.е. в обоих параллельных отклонениях гарантируется точное разделение общего тока. Такими являются конструкции RS9.3 I 1600 A и RS6 I 2000 A. В первом переключающем устройстве только избиратель и предызбиратель имеют две параллельные ветви, а во втором – контактор, избиратель и предызбиратель. Контактторы для больших токов производятся трехфазными с фазами, соединенных в параллель. Все контактные системы, проводящие нагрузочный ток покрыты серебряным покрытием. Переключение контактора, с соединенными в параллель фазами, рассмотрено далее.

В случае, когда регулиционная обмотка трансформатора не расчленена, используется только один токоведущий усиленный контур избирателя и предызбирателя (RS9.3 I 1200A).

В некоторых трансформаторах монтируются три однофазных переключающих устройств. Рекомендуется, чтобы они приводились в движение одним моторным приводом. В этом случае делается такая наладка, чтобы все три контактора переключались приводом в рамках 300 ms.

В случае опасности появления больших кратковременных циркулирующих токов, производитель трансформатора обязан консультироваться с ННІВ.

#### **4.5. Работа переключающего устройства при перегрузке**

Согласно IEC 60214-1:2003 переключающие устройства должны работать при продолжительной перегрузке на 20% выше по отношению к их номинальному току. В стандартах на трансформаторы IEC 60354, IEC 60542 и ANSI C57.91 есть требования на цикличные и критические перегрузки, не предусмотренных в стандарте IEC 60214-1:2003. Производитель трансформатора ответствен за правильный выбор переключающего устройства, которое выполняло бы эти требования. Желательно консультироваться с ННІВ по этим вопросам. В случае взаимного интереса, в ННІВ могут быть проведены дополнительные испытания с целью доказывания циклических и критических перегрузок.

### **5. Переключающая система переключающих устройств**

#### **5.1. Допустимые режимы переключения**

Как уже было показано на сх. 4, главные контактные элементы контактора, работающего по схеме „флаг”, отключают рабочий ток  $I_p$  трансформатора. После прохождения тока через нулевое значение, дуга гасится и между разомкнутыми контактными элементами начинается восстановление напряжения, определенного падением тока при прохождении его через резистор ( $I_p \cdot R$ ). Вспомогательные контактные элементы отключают циркулирующий ток ( $I_c = U_c / 2R$ ), прибавленным или вычитанным из половины рабочего тока, в зависимости от направления регулирования. Следовательно значения отключаемых токов и восстанавливающегося напряжений главных и вспомогательных контактных элементов зависят от выбранных значений токоограничивающих резисторов. Эти значения должны быть подобраны так, чтобы постичь:

- Гарантированную отключающую способность на каждый тип переключающего устройства.
- Гарантированную электрическую износостойкость на каждый тип переключающего устройства.

Гарантированная отключающая способность заданного типа переключающего устройства дается графикой  $U_c = f(I_p)$ , показанной на сх. 11.

Номинальный ток переключающего устройства  $I_2$ , гарантированное значение напряжения ступени  $U_2$ . Переключающее устройство может быть использовано и в трансформаторах с меньшим чем  $I_2$  рабочим током, но при этом напряжение ступени возможно быть более  $U_2$ . Определяется максимальное напряжение ступени  $U_1$  при токе  $I_1$ . Отключающая способность доказывается посредством испытания двухкратным номинальным током ( $2I_1$ , соответственно  $2I_2$ ), напряжения ступени  $U_2$ , соответственно  $U_1$  в соответствии с п. 5.2.2 IEC 60214-1:2003.

Подобно и ситуация с электрической износостойкостью. Чаще всего значение  $R$  определяется таким образом, чтобы электрический износ главных и вспомогательных контактов был приблизительно одинаковым. Таким образом гарантируется определенное число переключений при номинальном токе (сх. 12). При меньших рабочих токах обеспечивается более высокая электрическая износостойкость.

Минимальное требуемое число переключений доказывается испытанием в соответствии с п. 5.2.2.1 “Испытание в рабочем режиме” IEC 60241-1:2003. Это 50000 переключений при испытании с номинальным напряжением ступени или то же число переключений, но с точно регламентированной добавкой, если испытание проводится с пониженным напряжением ступени. Электрическая износостойкость при номинальном токе для переключающих устройств ННВ доказывается при значительно более высоких значениях числа переключений – от 200000 до 500000 пер. в зависимости от номинального тока и типа контактора.

Переключающие устройства ННВ испытаны на герметичность, согласно требованию п. 5.2.2.4 IEC 60241-1:2003. Это испытание сочетается с испытанием в рабочем режиме (электрическая износостойкость) по п. 5.2.2.1.

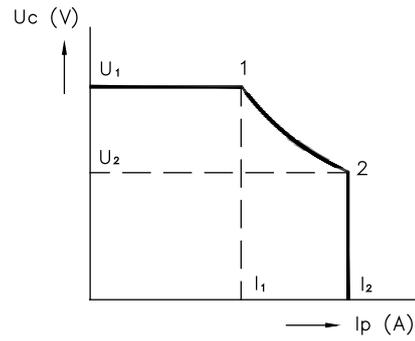
В некоторых случаях более высокие значения напряжения ступени можно достичь специальным переисчислением резисторов, но за счет определенного уменьшения электрической износостойкости. Для контакторов с вакуумными дугогасительными камерами (сх. 5) остаются в силе все сделанные выше рассуждения. При специальной конструкции переключающего контактного элемента  $S$ , основные ВДК отключают 25% от числа переключений рабочий ток, а при оставшихся 25% - разницу между рабочим током и циркулирующим током (например RSV5).

**5.2. Специфические режимы переключения**

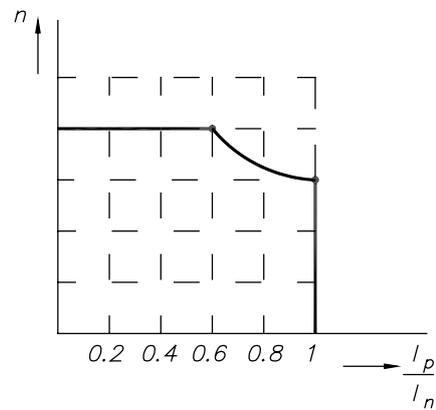
В некоторых трансформаторах переключающие устройства могут оказаться в более особенных коммутационных режимах. Такие случаи бывают при однофазных переключающих устройствах на большие токи и при использовании одной или более грубых ступеней.

**5.2.1. Переключение с помощью контактов, связанных в параллель**

В однофазных контакторах с номинальным протекающим током до 700 А используется только одна фаза трехфазного контактора. Для однофазного переключающего устройства на более высокие токи используется трехфазный контактор, у которого две или три фазы соединяются в параллель (сх. 13).

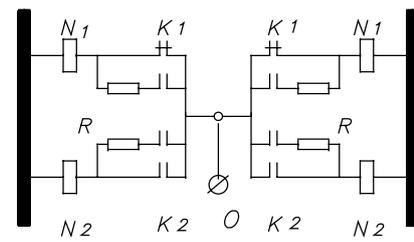


**Схема 11:** Отключающая способность контактора

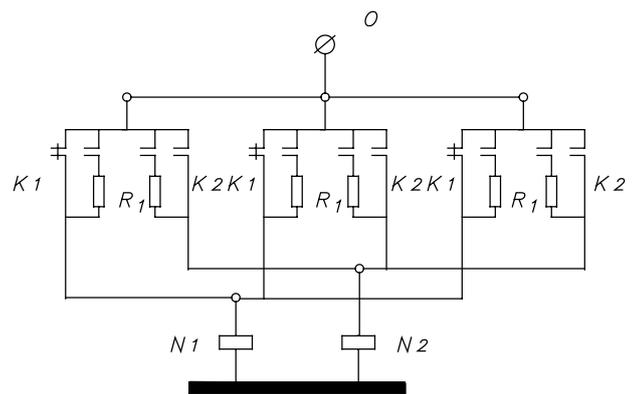


**Схема 12:** Переключение при протекании номинального тока

Когда регулиционная трансформаторная обмотка расчленена на две ветви (пол. а), тогда используются два этажа избирателя и две фазы контактора. Такой вариант исползуется в RS9.3 I 800/1200 А. Подобный подход исползуется и в RS6 I 2000 А, когда два трехфазных контактора типа RS9 расположены один под другим и изолированы друг от друга. Все три фазы контакторов соединены в параллель (пол. b). Три фазы в параллель исполваются и в RS9.3 I 1200 А и RS9.3 I 1600 А с целью увеличения электрической износостойкости контактов контактора. Независимо от того, что первоначальная наладка сделана так, чтобы все три двойки главных контактов размыкались в интервале не более  $1 \div 2$  ms, в конечном счете рассчитывается только на один комплект главных контактов. Подходящие вычисленные резисторы обеспечивают зажигание дуг на трех параллельно связанных вспомогательных контактных узлах. Отключающая способность и электрическая износостойкость доказаны в соответствии с IEC 60214-1:2003



а



б

**Схема 13:** Параллельное соединение контактов при двух или трехфазных контакторах

### 5.2.2. Переключение обмотки с грубой ступенью

Восстанавливающееся напряжение разомкнутых главных контактов, после прохождения разрываемого тока через нулевое значение, растет по синусоиде с промышленной частотой. Известно, что это значительно улучшает условия дугогашения, например по сравнению с контакторами, использующими реакторы. То же самое относится и к вспомогательным контактным узлам при переключении между соседними ответвлениями (сх. 14а). В этом случае индуктивность рассеивания одной ступени является незначительной по сравнению со значением величины резисторов.

Более специфический случай тогда, когда происходит переключение от К ответвления к I-му ответвлению (сх. 14б). Тонкая обмотка и грубая ступень связаны последовательно с резисторами и индуктивное сопротивление ( $x_1+x_2$ ) сопоставимо по значению со значением резисторов ( $2R$ ). Ток сдвинут по фазе по отношению к напряжению, а восстанавливающееся напряжение получается со значительно крутым нарастанием напряжения. Условия дугогашения ухудшаются, что приводит к уменьшению гарантированной отключающей способности переключающего устройства с реверсором, если значения  $x_1$  и  $x_2$  боль-

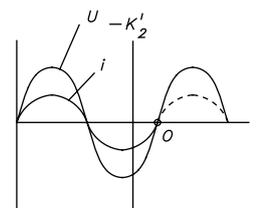
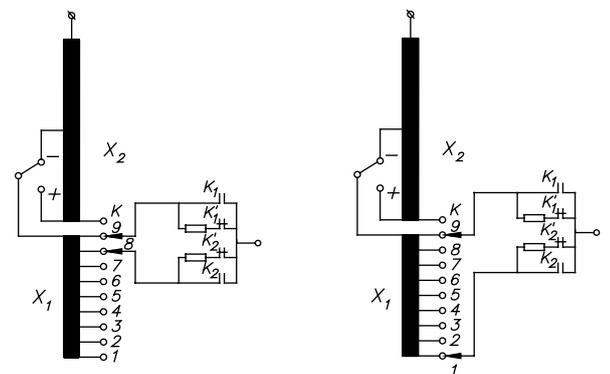


Схема 14а

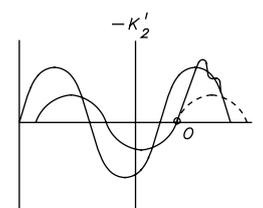


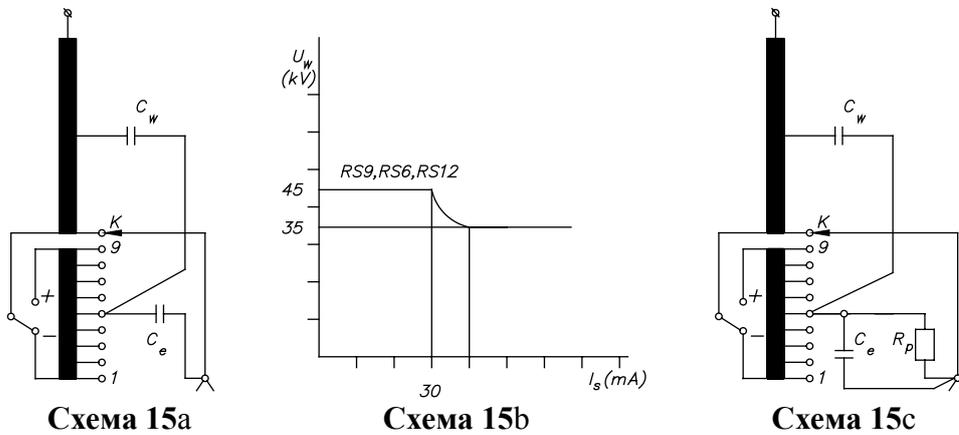
Схема 14б

**Схема 14:** Переключение обмотки с грубой ступенью

шие. В ННІВ накоплено много данных о разных сочетаниях  $x_1$  и  $x_2$  и 2R, для которых гарантируется надежное переключение. В схемах с грубой ступенью заказчик должен указать значения  $x_1$  и  $x_2$  в спецификации на заказ. Если заданные значения отличаются от накопленных данных, лаборатория ННІВ может срочно провести дополнительные испытания. При более высоких значениях  $x_1$  и  $x_2$  рекомендуется вместо схемы 1G использовать схему 3G.

**5.3. Особенности при переключении регулиционной обмотки или грубой ступени**

Во время переключения подвижного контактного элемента предызбирателя-реверсора (сх. 15a) регулиционная обмотка остается на короткое время с плавучим потенциалом. В это время в результате воздействия capaciteta  $C_w$  между основной и регулиционной обмоток и capacitетом  $C_e$  между регулиционной обмоткой и баком трансформатора, между неподвижными контактными элементами, присоединенных к регулициооной обмотке и подвижным контактным элементом, присоединенным к основной обмотке, появляется разница в потенциалах.



**Схема 15:** Регулирование с реверсивной обмоткой

Эта разница определяет восстанавливающееся напряжение  $U_w$ . В результате появляется и прерывается емкостивный ток  $I_s$ . Появляются разряды, которые могут загрязнить трансформаторное масло, а при значительном  $I_s$  переключение сопровождается значительным шумом.

Фирма ННІВ разработала инструкцию (Приложение 1), с помощью которой могут быть рассчитаны значения  $U_w$  и  $I_s$  для всех приложимых случаев. На сх. 15b показаны допустимые значения  $U_w$  и  $I_s$  для переключающих устройств ННІВ. Если вычисления покажут более высокие значения, необходимо использование полюсных резисторов, соединенных сообразно сх. 15c. В этом случае значения полюсных резисторов исчисляются по формулам, данных в инструкции. Значения  $C_w$  и  $C_e$  должны быть указаны в спецификации на заказ.

Обычно полюсные резисторы переключающих устройств ННІВ располагаются:

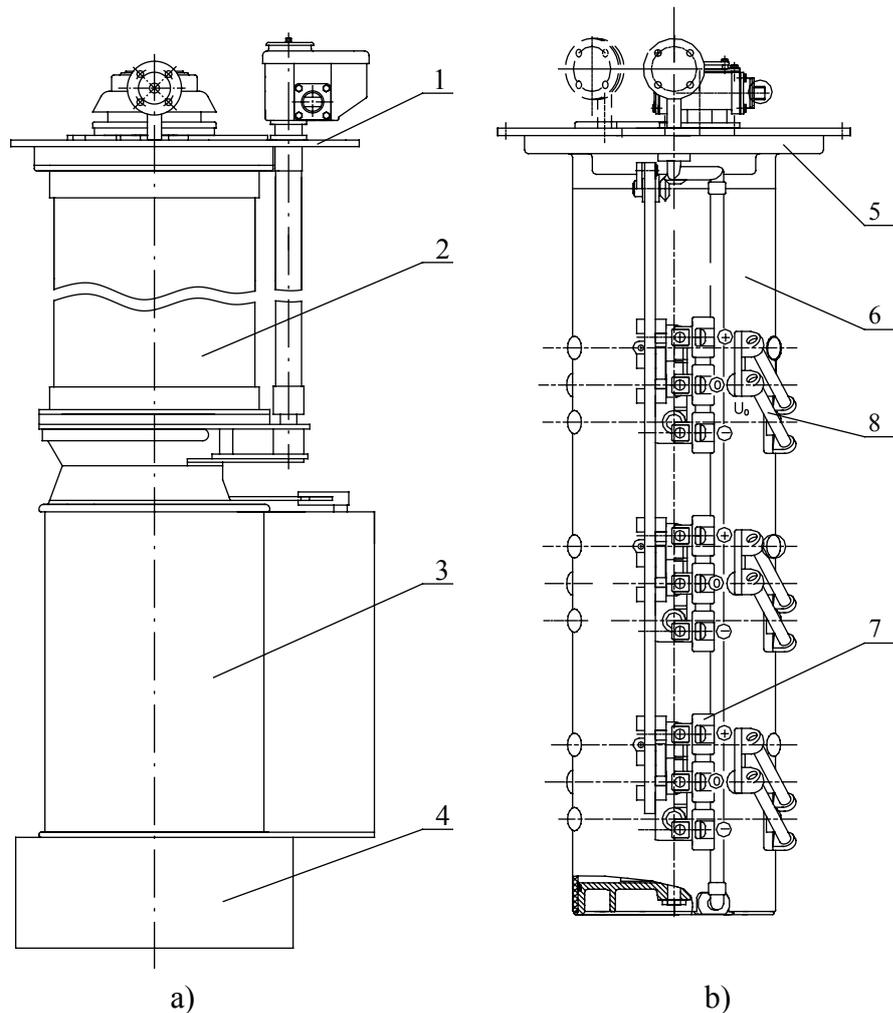
- Под избирателем (сх. 16a), чаще всего для RS 9 и RS 6.
- Странично (сх. 16b), приложимое для RS 12.

При заявке могут быть согласованы и другие способы крепления полюсных резисторов.

**5.4. Переходные (токоограничивающие) резисторы**

Токоограничивающие резисторы ПУ ННІВ обычно исполняются в двух вариантах:

- а) Из штампованного специального стального листа, оформленного в виде ленты с поперечными каналами. Лента накручивается вместе с изоляционной лентой в виде спирали. Полученные цилиндрические пакеты монтируются вертикально так, чтобы обеспечить очень хорошее



- a)
- 1 – носящий фланец ПУ
  - 2 – масляный бак контактора
  - 3 – избиратель
  - 4 – полюсные резисторы

- b)
- 5 – носящий фланец ПУ
  - 6 – изоляционный цилиндр
  - 7 – предызбиратель
  - 8 – полюсные резисторы

**Схема 16:** Расположение полюсных резисторов

обтекание металлической ленты трансформаторным маслом. Для напряжениях ступени до 1600 В и токов до 630 А резисторные пакеты унифицированы: до 100 А номинального тока – 8 Ω; от 100 А до 200 А – 4 Ω; от 200 А до 400 А – 2 Ω и от 400 А до 630 А – 1,3 Ω. В особых случаях могут быть использованы и другие значения.

- b) Из круглой сопротивительной проволоки из константана. Проволока наматывается спиралью, а дополнительно вместе с изоляционной лентой – в пакеты, аналогичные тем, описанным в п.а. Этот вариант используется при напряжениях ступени над 1600 В и токов – над 630 А.

Пакеты с резисторами располагаются в контакторе в соответствии с его конструкцией: над контактной системой в RS9, RS5 и др., вокруг контактной системы – RS6, над и под контактной системой – RS12, RS16.

Токоограничивающие резисторы всех переключающих устройств ННВ испытаны в соответствии с IEC60214-1:2003, п. 5.2.4 при повторно-кратковременных режимах (число переключений, соответствующих половине рабочего цикла) током в 1,5 раза превышающего максимальный номинальный ток при

соответствующем номинальном напряжении ступени. Превышение температуры для всех переключающих устройств ННВ имеет значительный запас по отношению к допустимому в 350°C.

Качество резисторов доказывается также и во время испытаний на отключающую способность.

## **6. Механическая система переключающих устройств**

Механическая система переключающих устройств состоит из (сх. 6):

- Механизмов в переключающем устройстве
- Механизмов в моторном приводе
- Передаточном механизме.

### **6.1. Основные механизмы в переключающем устройстве**

Механизмы в переключающем устройстве имеют исключительно важное значение для его надежной работы. Основные компоненты:

- Механизм контактной системы.
- Пружинно-энергетический аккумулятор.
- Механизм преобразования вращательного в возвратно-поступательное движение, необходимое для зарядки пружинно-энергетического аккумулятора.
- Механизмы с прерывающимся действием, мальтийские передачи.
- Соединитель со свободным ходом для осуществления связи между контактором и избирателем.
- Механизм задействования предызбирателя.

Подробности конструкций этих механизмов даны в инструкциях по монтажу и эксплуатации соответствующих переключающих устройств.

### **6.2. Моторный привод и комплектовка**

В ННВ производятся три основных типов моторных приводов:

Моторный привод MZ 4.4, которое помещается в защитной коробке с более большими размерами, переднего показателя положений в соответствии с требованиями ANSI и защитными перегородками при открытой дверце.

Основные технические характеристики данных типов моторных приводов даны в таблице 2.

Моторный привод может иметь специальную конструкцию в соответствии с требованиями заказчика.

Например:

- Степень защиты IP 66
- Обороты исходящего вала за 1 переключение: 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 16,5.
- Число рабочих положений – до 125

МП производимые в ННВ соответствуют требованиям IEC 60214-1:2003, п. 6.

Кроме этого могут быть выполнены и ряд дополнительных требований заказчика:

- Возможность автоматического управления моторного привода с АРН (автоматический регулятор напряжения).
- Параллельная работа двух и более МП.
- Исходящий сигнал о рабочем положении моторного привода в BCD или двоичном коде. Токовый вывод 4-20 mA.
- Возможность связи с мониторинговой системой слежки и управления переключающих устройств.
- Различные напряжения оперативной цепи.

На чертеже CV5.AP1C.00 л. 1-3 показана основная электрическая схема управления моторными приводами. Специальные схемы уточняются при заказе.

К комплекту моторного привода включена следующая окомплектовка:

- Угловая передача – чертеж №202.4
- Карданная муфта с или без защитного резинового маншона чертежи №442.5 и №442.6 соответственно.
- Дистанционный указатель положения черт. № 349.2.
- Кнопка дистанционного управления чертеж №436

Из-за широкого приложения в переключающих устройствах, производства ННІВ в брошюре приложен и чертеж 236.3 червячной коробки с указателем положения и конечными механическими блокировками.

Моторные привода в комплекте с переключающими устройствами и элементами передачи выдерживают минимум 50000 переключений в соответствии с п. 5.2.5.1 IEC 60214-1:2003. Механическая износостойкость доказана при 1000000 переключений.

**Таблица 2: Основные технические характеристики MZ 4.4**

Моторный привод тип		MZ 4.4
Номинальная мощность эл. двигателя	kW	0,75/1,1
Номинальная частота	Hz	50/60
Питающее напряжение двигателя	V	3AC 400/230
Синхронная скорость	min-1	1500/1800
Обороты рукоятки за одно переключение	об.	33
Вращающий момент исходящего вала	N.m	17/24
Продолжительность переключения	s	4,5
Максимальное число рабочих положений		35
Напряжение оперативной цепи	V	AC 230
Уровень изоляции	kV	2
Мощность отопления	W	2x150
Степень защиты		IP 55
Вес	kg	104

## 7. Эксплуатационные условия и защита переключающих устройств

### 7.1. Самое важное относительно эксплуатации

Большинство переключающих устройств, производства ННІВ, работают встроенными в бак трансформатора в среде трансформаторного масла. Согласно IEC 60214-1:2003 рабочий обхват температуры от  $-25^{\circ}\text{C}$  до  $+100^{\circ}\text{C}$ . Верхняя граница основывается на нормальный рабочий режим и максимальную окружающую температуру  $+40^{\circ}\text{C}$ . При аварийной перегрузке трансформатора температура масла может достичь  $115^{\circ}\text{C}$  (IEC60354).

В головке переключающего устройства находится отверстие для монтажа термодатчика, который может блокировать работу моторного привода при температуре ниже  $-25^{\circ}\text{C}$ . Поставляется отдельным заказом. При использовании других изоляционных масел и других температурных диапазонах необходима консультация с ННІВ.

Некоторые переключающие устройства, как RS21 и RS22 работают в изоляционной среде элегаза SF6. Для такого приложения конкретные технические требования договариваются с производителем трансформатора.

Моторные привода и компоненты передачи чаще всего расположены снаружи и подвергаются прямым атмосферным воздействиям. Нормальное исполнение – для температурного диапазона между  $-25^{\circ}\text{C}$  до  $+40^{\circ}\text{C}$ .

Для специфических эксплуатационных условий предлагаются моторные привода для:

- Влажного тропического климата с температурой до  $+50^{\circ}\text{C}$ ;
- Арктического климата с температурой до  $-60^{\circ}\text{C}$ .

Защитные коробки моторных приводов, производства ННІВ, обеспечивают внутренний микроклимат с тем, чтобы гарантировать надежную работу ПУ для всех климатических условий.

Моторные привода ННІВ обеспечивают степень защиты IP55 в соответствии с IEC60259. Предлагается и специальная конструкция со степенью защиты IP66.

Контакты всех переключающих устройств ННІВ могут легко быть вынуты для ревизии и eventuального ремонта с помощью подъемной лебедки (черт. 206.2), включенной в комплект поставки. Для переключающих устройств типа RS12, RS16, чья высота больше, лебедка имеет различную конструкцию, показанную в их технической документации. Контакты переключающих устройств (без RS12, RS16,) прикрепляются к консольным контактными элементами в масляном баке, посредством болтов, которые закручиваются и откручиваются с помощью специального ключа (черт. 205). Он включен в комплект поставки. Этот способ сборки обеспечивает преимущества по отношению к изоляции. Изоляционный приводной вал расположен в чистом масле (сх. 6) и кинематическая цепь не прерывается при снятии крышки масляного бака. Таким образом во время ревизии, без выемки контактора, можно проверить:

- Циклограмму действия переключающего устройства с помощью трех металлических стержней и схемой, подобной на черт. RS9-10.
- Последовательность действия контактных элементов контактора с помощью портативного осциллографа и примерной схемы – черт. RS9-09.

Масляный бак переключающих устройств имеет три (четыре) трубки, присоединенных патрубками к фланцам, расположенных на несущем фланце переключателя:

- R – для присоединения защитного масляного реле.
- S – присоединенного к сифону, с целью периодической подмены загрязненного масла в масляном баке чистым. Рекомендуется этот фланец подсоединить с трубой с вентилем на уровне фундамента трансформатора для взятия проб и безопасного слива масла.
- Q – для второго вывода при использовании масляного фильтра.

При стандартных поставках эти три фланца неподвижны и расположены на  $90^{\circ}$ . По специальному заказу они могут группироваться рядом и выполнены поворачивающиеся.

При стандартном исполнении исходящий вал червячной передачи (поз. 14, сх. 6) расположен тангentially. По желанию червячная передача может быть повернута на  $90^{\circ}$ .

Возможные сборочные отклонения угловой передачи и валов (поз. 12 и 13, сх. 6) компенсируются карданными муфтами, которые допускают максимальные отклонения до  $25^{\circ}$ .

## 7.2. Защитные устройства

В переключающих устройствах ННІВ используются доказавшие себя в эксплуатации следующие защитные устройства:

- Защитное масляное струйное реле. Наиболее используемый тип URF25/10-1 фирмы EGB – Germany (черт. №203.2), но и другие типы используются также.
- Защитная мембрана, используется совместно с защитным реле. В случае неполадки в масляном баке, сопровождающейся резким увеличением давления в баке, защитное реле подает команду выключателю трансформатора на его отключение. Выключатель имеет собственное время отключения (около  $60\div 80$  ms), за которое давление в баке может вырасти до опасных величин.

- В этом случае мембрана разрывается и освобождает давление. Рекомендуется над мембраной установить трубопровод для отвода горящего газа и масла на безопасное место.
- В переключающем устройстве с алюминиевым фланцем используется щит из алюминия, в который встроена мембрана.
  - Вместо мембраны возможен монтаж защитного клапана сброса давления типа “Qualitrol” по черт. 174Q, которое заменяет мембрану. По желанию заказчика могут быть использованы и другие типы реле давления.

## **8. Установка переключающих устройств и моторных приводов к трансформаторам**

### **8.1. Основные монтажные схемы**

Переключающие устройства ННІВ встраиваются в бак трансформатора. Они закрепляются к крышке трансформатора своим несущим фланцем.

Встраивание в отдельный масляный или элегазовый бак используется редко.

Более легкие типы переключающих устройств могут быть встроены через отверстие в крышке без демонтажа. Более тяжелые типы перед монтажом разделяются на масляный бак с контактором и избиратель с предызбирателем. Масляный бак закрепляется к крышке трансформатора, избиратель с предызбирателем закрепляются дополнительно.

Для трансформаторов колокольного типа предусмотрено специальное исполнение несущей головки для вилкового прикреплени (пример чертеж RS9.3-07.02).

Данный пример относится к ПУ типа RS9.3, другие типы переключающих устройств имеют подобные несущие фланцы для крепления к трансформаторам колокольного типа. Подробности даны в соответствующих инструкциях для монтажа и эксплуатации.

Механическая связь между переключающим(и) устройством(ами) и моторным приводом может быть выполнена для одного, двух или трех переключающих устройств, встроены в бак трансформатора. Конфигурация и обозначения передачи (расположение приводных валов) и диаграммы показаны на чертеже №209.3. Чертеж относится к RS9.3, но схемы для других типов те же самые.

### **8.2. Присоединение переключающего устройства к моторному приводу**

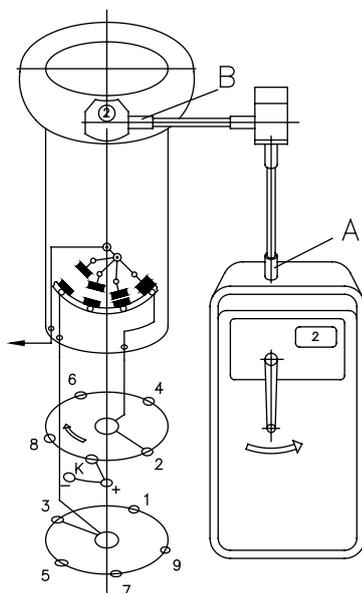
В заводе ННІВ переключающее устройство и моторный привод монтируются на одном и том же рабочем положении (сх. 17). Во время заводских испытаний правильная сборка проверяется прогонкой моторного привода от одного до другого конца регулировочного диапазона. В приложенной к чертежу таблице можно увидеть соответствие между положениями контактных элементов избирателя и предызбирателя и моторного привода. После проведения контрольных испытаний на заводе, переключающее устройство и моторный привод доводятся до рабочего положения 2 и рассоединяются. Выходящий вал А моторного привода и входящий вал В переключающего устройства стопорятся специальными планками. После этого пакуются и высылаются клиенту. На трансформаторном заводе переключающее устройство встраивается в бак трансформатора, а моторный привод монтируется снаружи на его баке. Стопорные планки отстраняются перед присоединением элементов механической связи. Вертикальный и горизонтальный валы поставляются с некоторым запасом по длине. После уточнения всех размеров лишняя длина отрезается. Перед сборкой с карданными муфтами на срезанных концах валов делаются фаски и зачистка.

Если после присоединения переключающего устройства к активной части трансформатора становится необходимым провести некоторые операции без моторного привода, перед соединением ПУ с моторным приводом необходимо восстановить переключающее устройство на исходное положение.

Куплирование ПУ с МП должно производиться хорошо обученным персоналом, хорошо знакомым

с инструкциями по монтажу и эксплуатации.

Положение	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Контакт избирателя	9	8	7	6	5	4	3	2	1	К	9	8	7	6	5	4	3	2	1



Работающий контакт предызбирателя	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Направление переключения	→				←				Понижение Повышение										
Рукоятка	→				←				Против часовой стрелки				По часовой стрелки						
Движение подвижных контактов	→				←				По часовой стрелки				Против часовой стрелки						
Управление двигателя	→				←				От конт. К1 в МП				От конт. К2 в МП						

Фиг. 17: Обозначение рабочих положений и контактов избирателя

## 9. Типовые и контрольные испытания переключающих устройств

### 9.1. Типовые испытания

Типовые испытания комплекта переключающее устройство – моторный привод всех серий проведены в соответствии с требованиями ИЕС 60214-1:2003.

Исследовательские и типовые испытания проводятся в лабораториях ННІВ. Большая часть испытаний на отключающую способность (п. 5.2.2 ИЕС 60214-1:2003) и испытания током короткого замыкания (п. 5.2.3.) проведены в известных международных лабораториях. Это КЕМА – Голландия (при 50 и 60 Hz), “ZKU” – Чехия и “KERI” – Южная Корея. Полное типовое испытание RS9.3 проведено в Южная Корея под наблюдением “KEPCO” и “KERI”.

Проводились также и полные типовые испытания в ННІВ и SKU – Чехия под одиторским контролем ENEL и CEZI – Италия.

Протоколы типовых испытаний переключающих устройств могут быть предоставлены клиентам для ознакомления.

### **9.2. Контрольные испытания**

На каждом произведенном переключающем устройстве, в комплекте с моторным приводом, в заводе ННІВ проводятся следующие контрольные испытания:

1. Проверка комплектности и соответствие с конструктивной документацией.
2. Измерение контактного нажатия всех подвижных и неподвижных контактных соединений на соответствие с документацией;
3. Измерение сопротивления токоведущего контура на соответствие с документацией.
4. Проверка последовательности действия контактных систем (циклограмма работы).
5. Осциллографирование работы контактора в обеих направлениях.
6. Механическое испытание комплекта ПУ – МП на 500÷2000 переключений на всем эксплуатационном диапазоне.
7. Испытание на герметичность бака контактора при сверхдавлении изнутри бака наружу и снаружи внутрь.
8. Испытание электрической прочности изоляции переключающего устройства относительно земли, диапазона и на ступень.
9. Испытание изоляции моторного привода напряжением 2 kV за 1 минуту.

Результаты контрольных испытаний наносятся в испытательный протокол, который входит в комплект поставки.

### **9.3. Управление качеством**

Система по управлению качеством в соответствии с ISO9001:1994 была введена и контролируется TUV-CERT двумя аудиторами ежегодно. В 2003 году была проведена перееаттестация в соответствии с ISO9001:2000.

Все рабочие процедуры и документы, требуемые Системой обеспечения качества в ННІВ, соблюдаются стриктно и гарантируют безкомпромисную политику ННІВ по отношению к качеству.

## **10. Выбор переключающего устройства**

Выбор переключающего устройства на конкретный трансформатор осуществляется производителем трансформаторов при использовании этого материала и технических материалов конкретных переключающих устройств ННІВ.

### **Пример 1**

Надо подобрать переключающее устройство для трансформатора 20/25 MVA с регулированием в обмотках, соединенных в треугольник 66±8x1.25% kV

Всю информацию о трансформаторе, ПУ и МП, необходимая для заказа переключающего устройства, можете найти в заполненной Спецификации для заказа ПУ (Пример 1).

Выбор ПУ является результатом рассмотрения следующих технических параметров: тип ПУ (RS), число фаз, макс. номинальный протекающий ток, макс. напряжение оборудования  $U_m$ , размеры избирателя и основная схема связи.

Из технической спецификации ПУ серии RS12 выбираем следующее ПУ: тип RS12-Δ-200-72.5.10.19.3W

Используя заданные значения емкостей  $C_w$  and  $C_e$ , можно вычислить восстанавливающееся напряжение и емкостивный ток:

$$U_w = \sqrt{\left(\frac{\bar{U}_1}{2} + \frac{\bar{U}_F}{2}\right)^2 + \left(\frac{\bar{U}_1}{2\sqrt{3}} \frac{C_w}{C_w + C_e}\right)^2} = \sqrt{(33 + 3,3)^2 + \left(\frac{33}{\sqrt{3}} \frac{4056}{5166}\right)^2} = 39,2 \text{ kV}$$

$$I_s = \omega \sqrt{\left(\frac{\bar{U}_1}{2\sqrt{3}} C_e\right)^2 + \left[\frac{\bar{U}_1 + \bar{U}_2}{2} (C_1 + C_2)\right]^2} = 314 \cdot 10^{-9} \sqrt{\left(\frac{33}{\sqrt{3}} 1116\right)^2 + (36,3 \cdot 5166)^2} = 59,3 \text{ mA}$$

Из сх. 15с видно, что необходимо использование полюсных резисторов. Их значения вычислены в соответствии с инструкциями ННІВ и установлено, что на каждую фазу необходимо использование по 2 полюсных резистора, каждый по 120 kΩ. Монтаж резисторов выполнен в соответствии с желанием заказчика и приведен на сх. 16b.

Моторный привод типа MZ 4.4 с напряжением питания 400V/230V и выводом 4÷20 mA для электронного регулятора напряжения. В нашем случае выбран электронный регулятор фирмы MR типа VC 100BU02.

### Пример 2

Надо подобрать переключающее устройство для трансформатора 50,4 MVA с регулированием в обмотках высокого напряжения 161±15 % kV (±13 ступеней), с грубой ступенью, соединенных в звездный центр. С заполненной спецификацией на заказ можете ознакомиться в (Пример 2). Данные проверены в ННІВ и выбор ПУ типа R9.3 III 400 170/L 14.27.1G подтвержден. Сделана проверка о необходимости использования полюсных резисторов:

$$U_{w+} = \frac{\bar{U}_G}{2\sqrt{3}} \frac{C_w}{C_w + C_e} + \frac{\bar{U}_F}{2\sqrt{3}} = 7,5 \frac{2100}{2600} + 7 = 12,65 \text{ kV}$$

$$I_s = \frac{\bar{U}_G + \bar{U}_F}{2\sqrt{3}} \omega C_w = 15,3,14 \cdot 10^5 \cdot 2100 \cdot 10^{-12} = 10 \text{ mA}$$

Как видно из сх.15 для выбранного ПУ полюсные резисторы не необходимы.

Иначе стоит вопрос с переключением обмоток с грубой ступенью по п. 5.2.2. Суммарное индуктивное сопротивление последовательно связанных тонкой и грубой обмоток равно  $X_1 + X_2 = 4,5 \text{ } \Omega$ . Индуктивность рассеивания 14,3 мН относительно высокая и может привести к удлинению дуг вспомогательных контактов в этом режиме регулирования. Из накопленных данных во время проведенных в лабораториях ННІВ подбираем повышенное значение токоограничивающих резисторов 2 шт. по 6 Ω.

По требованию заказчика в головке ПУ вместо защитной мембраны (7.2) монтирован клапан сброса давления типа „Qialitrol”.

Моторный привод оснащен выводами для дистанционного цифрового индикатора положения с BCD-кодом. Есть также выводы для 4÷20 mA сигнала к автоматическому регулятору напряжения (АРН). В нашем примере выбран АРН, производства фирмы A-EBERLE типа REG-DA.

### Пример 3

Выбрано переключающее устройство для однофазного трансформатора мощностью 166.7 MVA и напряжением  $345/\sqrt{3} \pm 8 \times 1.25 \% \text{ kV}$ .

Выбрано ПУ типа R9.3 I 1200 245/P 10.19.3W. Используя данные значения для  $C_w$  и  $C_e$ , вычисляем восстанавливающееся напряжение и индуктивный ток:

$$\vec{U}_{w+} \left[ \left( \vec{U}_{2\phi} + \frac{\vec{U}_{3\phi}}{2} \right) \frac{C_w}{C_e + C_w} + \frac{\vec{U}_{F\phi}}{2} \right] - \vec{U}_{2\phi} = \left[ (92,9 + 53) \frac{3700}{4900} + 10 \right] - 92,9 = 27,2 \text{ kV}$$

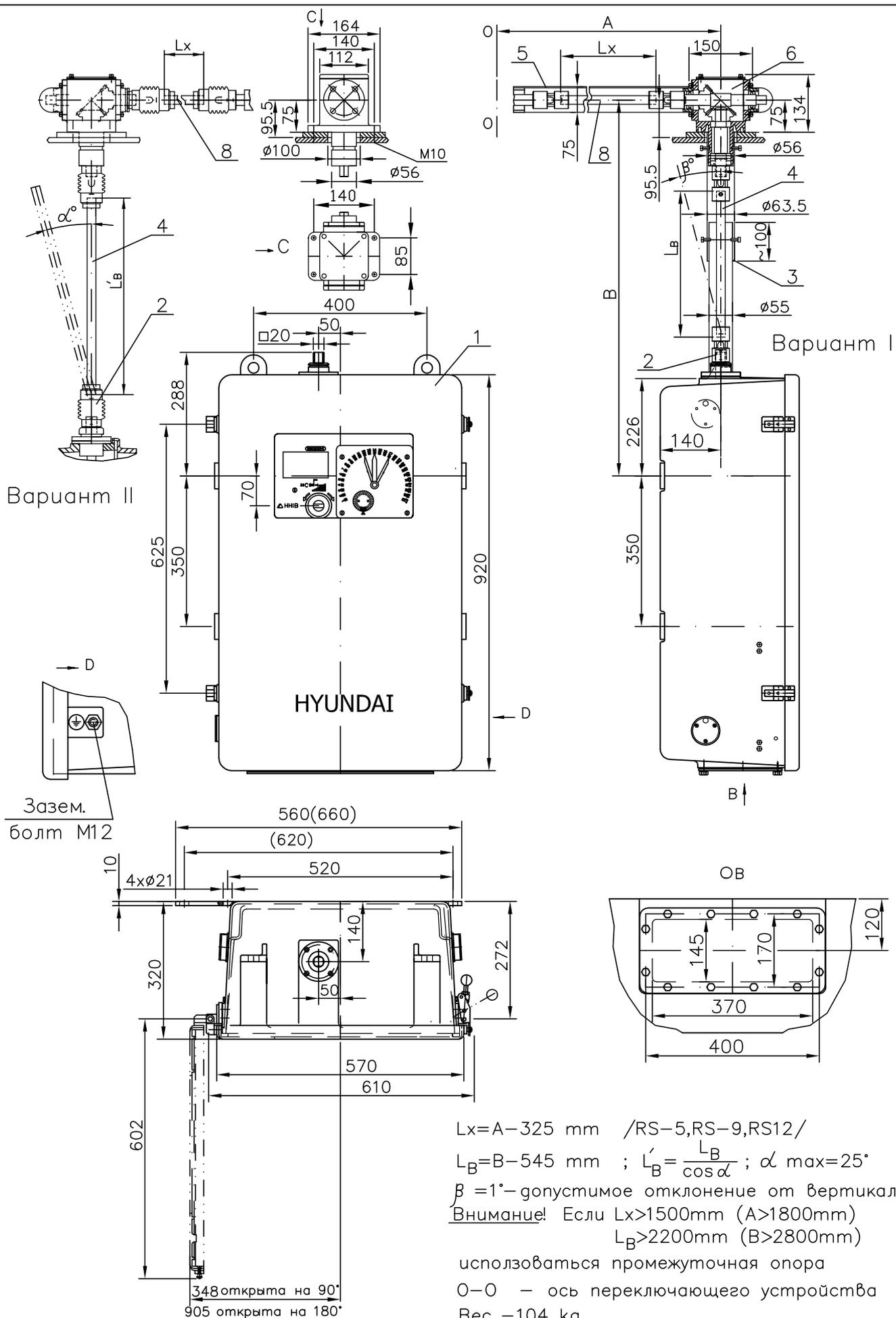
$$I_s = \frac{\vec{U}_{3\phi} + \vec{U}_{F\phi}}{2} j\omega C_w = \frac{106 + 20}{2} j\omega 3700 \cdot 10^{-12} 10^3 = 61,6 \text{ mA}$$

В соответствии с сх. 15с видно, что  $U_w$  меньше 35 kV и нет необходимости использования полюсных резисторов. Моторный привод типа MZ 4.4 для 60Hz с напряжением питания двигателя 3АС и оперативным напряжением 110 АС.

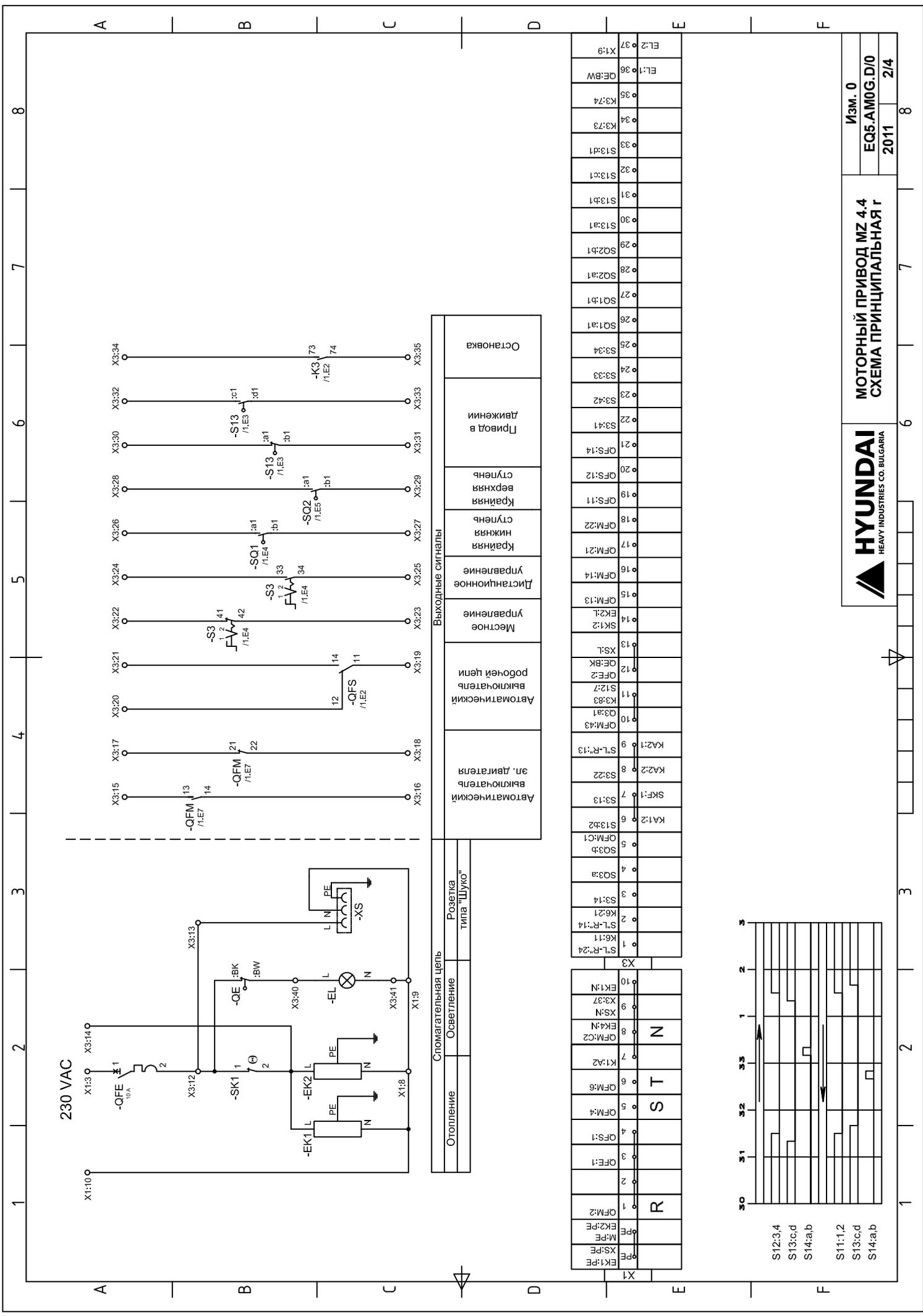
Моторный привод оснащен выводами для дистанционного цифрового индикатора положения с VCD-кодом и напряжением 220 V DC диодной матрицы. Есть также выводы для 4÷20 mA сигнала к автоматическому регулятору напряжения (АРН). Аппарат будет обеспечен заказчиком ПУ.

## 11. Приложения

№	Означенiе	Чертеж №
1	Моторный привод MZ 4.4 – габаритные и присоединительные размеры	MZ 4.4 / 07
2	Моторный привод MZ 4.4 – электрическая схема	EQ5.AM0G.D/0-1r
3	Моторный привод MZ 4.4 – электрическая схема	EQ5.AM0G.D/0-2r
4	Моторный привод MZ 4.4 – электрическая схема	EQ5.AM0G.D/0-3r
5	Моторный привод MZ 4.4 – электрическая схема	EQ5.AM0G.D/0-4r
6	Угловая передача	202.4
7	Карданный соединитель	442.5
8	Карданный соединитель с гофрированным маншоном	442.6
9	Дистанционный индикатор положений – $\mu$ SI 02	349.2
10	Кнопки дистанционного управления	436
11	Червячный редуктор с указателем положения и блокировкой	236.3
12	Лебедка	206.2
13	Специальный (торцовый) ключ S14	205
14	Схема снятия круговой диаграммы	RS9 - 10
15	Схема осциллографирования работы контактора	RS9 - 09
16	Защитное реле	203.2
17	Клапан сброса давления типа “Qualitrol”	174.Q
18	Переключающее устройство RS9.3 – вилковое крепление	RS9.3 – 07.3
19	Переключающие устройства RS9.3 – расположение приводных валов	209.3 стр. 1
20	Переключающие устройства RS9.3 – расположение приводных валов	209.3 стр. 2
21	Бланк спецификации для заказа ПУ	Примеры 1÷3





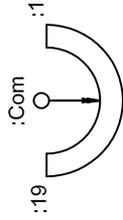


Выходные сигналы	
Автоматический выключатель эл. двигателя	X3:16
Автоматический выключатель рабочей цепи	X3:19
Местное управление	X3:23
Дистанционное управление	X3:25
Крайняя нижняя ступень	X3:27
Крайняя верхняя ступень	X3:29
Привод в движение	X3:33
Остановка	X3:35

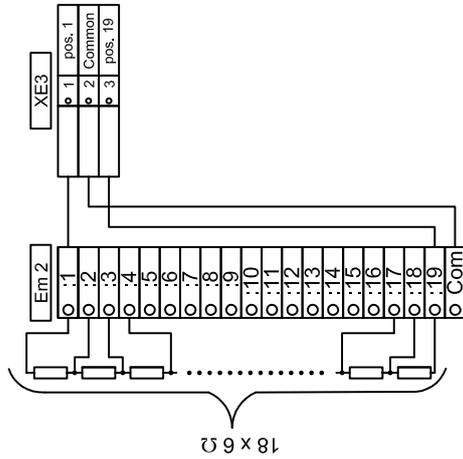
Спомагательная цепь	Розетка типа "Шuko"
Отопление	Освещение

X1	X2	X3
EK1:PE	SKF:1	S'L-R:24
XS:PE	S13:2	K6:1
M:PE	QFM:1	S'L-R:14
EK2:PE	QFM:C1	K6:2
QFM:2	S13:5	S3:14
QFM:4	QFM:3	S3:2
QFM:6	QFM:13	K2:1
K1:A2	QFM:14	S'L-R:13
QFM:C2	QFM:21	QFM:43
EK4:N	QFS:11	Q3:1
XS:N	QFS:12	K3:3
EK1:N	QFS:14	S12:7
		QFE:2
		QEB:K
		XS:1
		SK:2
		EK:2
		S3:13
		S3:22
		S'L-R:13
		K2:1
		S3:2
		K2:2
		S3:13
		SKF:1
		S3:1
		S3:3
		S3:12
		S3:4
		S3:33
		S3:34
		SQ1:a1
		SQ1:b1
		SQ2:a1
		SQ2:b1
		S13:a1
		S13:b1
		S13:c1
		S13:d1
		S13:e1
		S13:f1
		S13:g1
		S13:h1
		S13:i1
		S13:j1
		S13:k1
		S13:l1
		S13:m1
		S13:n1
		S13:o1
		S13:p1
		S13:q1
		S13:r1
		S13:s1
		S13:t1
		S13:u1
		S13:v1
		S13:w1
		S13:x1
		S13:y1
		S13:z1
		S13:aa1
		S13:ab1
		S13:ac1
		S13:ad1
		S13:ae1
		S13:af1
		S13:ag1
		S13:ah1
		S13:ai1
		S13:aj1
		S13:ak1
		S13:al1
		S13:am1
		S13:an1
		S13:ao1
		S13:ap1
		S13:aq1
		S13:ar1
		S13:as1
		S13:at1
		S13:au1
		S13:av1
		S13:aw1
		S13:ax1
		S13:ay1
		S13:az1
		S13:ba1
		S13:bb1
		S13:bc1
		S13:bd1
		S13:be1
		S13:bf1
		S13:bg1
		S13:bh1
		S13:bi1
		S13:bj1
		S13:bk1
		S13:bl1
		S13:bm1
		S13:bn1
		S13:bo1
		S13:bp1
		S13:bq1
		S13:br1
		S13:bs1
		S13:bt1
		S13:bu1
		S13:bv1
		S13:bw1
		S13:bx1
		S13:by1
		S13:bz1
		S13:ca1
		S13:cb1
		S13:cc1
		S13:cd1
		S13:ce1
		S13:cf1
		S13:cg1
		S13:ch1
		S13:ci1
		S13:cj1
		S13:ck1
		S13:cl1
		S13:cm1
		S13:cn1
		S13:co1
		S13:cp1
		S13:cq1
		S13:cr1
		S13:cs1
		S13:ct1
		S13:cw1
		S13:cx1
		S13:cy1
		S13:cz1
		S13:da1
		S13:db1
		S13:dc1
		S13:dd1
		S13:de1
		S13:df1
		S13:dg1
		S13:dh1
		S13:di1
		S13:dj1
		S13:dk1
		S13:dl1
		S13:dm1
		S13:dn1
		S13:do1
		S13:dp1
		S13:dq1
		S13:dr1
		S13:ds1
		S13:dt1
		S13:dw1
		S13:dx1
		S13:dy1
		S13:dz1
		S13:ea1
		S13:eb1
		S13:ec1
		S13:ed1
		S13:ee1
		S13:ef1
		S13:eg1
		S13:eh1
		S13:ei1
		S13:ej1
		S13:ek1
		S13:el1
		S13:em1
		S13:en1
		S13:eo1
		S13:ep1
		S13:eq1
		S13:er1
		S13:es1
		S13:et1
		S13:ew1
		S13:ex1
		S13:ey1
		S13:ez1
		S13:fa1
		S13:fb1
		S13:fc1
		S13:fd1
		S13:fe1
		S13:ff1
		S13:fg1
		S13:fh1
		S13:fi1
		S13:fj1
		S13:fk1
		S13:fl1
		S13:fm1
		S13:fn1
		S13:fo1
		S13:fp1
		S13:fq1
		S13:fr1
		S13:fs1
		S13:ft1
		S13:fw1
		S13:fx1
		S13:fy1
		S13:fz1
		S13:ga1
		S13:gb1
		S13:gc1
		S13:gd1
		S13:ge1
		S13:gf1
		S13:gg1
		S13:gh1
		S13:gi1
		S13:gj1
		S13:gk1
		S13:gl1
		S13:gm1
		S13:gn1
		S13:go1
		S13:gp1
		S13:gq1
		S13:gr1
		S13:gs1
		S13:gt1
		S13:gw1
		S13:gx1
		S13:gy1
		S13:gz1
		S13:ha1
		S13:hb1
		S13:hc1
		S13:hd1
		S13:he1
		S13:hf1
		S13:hg1
		S13:hh1
		S13:hi1
		S13:hj1
		S13:hk1
		S13:hl1
		S13:hm1
		S13:hn1
		S13:ho1
		S13:hp1
		S13:hq1
		S13:hr1
		S13:hs1
		S13:ht1
		S13:hw1
		S13:hx1
		S13:hy1
		S13:hz1
		S13:ia1
		S13:ib1
		S13:ic1
		S13:id1
		S13:ie1
		S13:if1
		S13:ig1
		S13:ih1
		S13:ii1
		S13:ij1
		S13:ik1
		S13:il1
		S13:im1
		S13:in1
		S13:io1
		S13:ip1
		S13:iq1
		S13:ir1
		S13:is1
		S13:it1
		S13:iw1
		S13:ix1
		S13:iy1
		S13:iz1
		S13:ja1
		S13:jb1
		S13:jc1
		S13:jd1
		S13:je1
		S13:jf1
		S13:jg1
		S13:jh1
		S13:ji1
		S13:jj1
		S13:jk1
		S13:jl1
		S13:jm1
		S13:jn1
		S13:jo1
		S13:jp1
		S13:jq1
		S13:jr1
		S13:js1
		S13:jt1
		S13:jw1
		S13:jx1
		S13: jy1
		S13:jz1
		S13:ka1
		S13:kb1
		S13:kc1
		S13:kd1
		S13:ke1
		S13:kf1
		S13:kg1
		S13:kh1
		S13:ki1
		S13:kj1
		S13:kk1
		S13:kl1
		S13:km1
		S13:kn1
		S13:ko1
		S13:kp1
		S13:kq1
		S13:kr1
		S13:ks1
		S13:kt1
		S13:kw1
		S13:kx1
		S13:ky1
		S13:kz1
		S13:la1
		S13:lb1
		S13:lc1
		S13:ld1
		S13:le1
		S13:lf1
		S13:lg1
		S13:lh1
		S13:li1
		S13:lj1
		S13:lk1
		S13:ll1
		S13:lm1
		S13:ln1
		S13:lo1
		S13:lp1
		S13:lq1
		S13:lr1
		S13:ls1
		S13:lt1
		S13:lw1
		S13:lx1
		S13:ly1
		S13:lz1
		S13:ma1
		S13:mb1
		S13:mc1
		S13:md1
		S13:me1
		S13:mf1
		S13:mg1
		S13:mh1
		S13:mi1
		S13:mj1
		S13:mk1
		S13:ml1
		S13:mm1
		S13:mn1
		S13:mo1
		S13:mp1
		S13:mq1
		S13:mr1
		S13:ms1
		S13:mt1
		S13:mw1
		S13:mx1
		S13:my1
		S13:mz1
		S13:na1
		S13:nb1
		S13:nc1
		S13:nd1
		S13:ne1
		S13:nf1
		S13:ng1
		S13:nh1
		S13:ni1
		S13:nj1
		S13:nk1
		S13:nl1
		S13:nm1
		S13:nn1
		S13:no1
		S13:np1
		S13:nq1
		S13:nr1
		S13:ns1
		S13:nt1
		S13:nw1
		S13:nx1
		S13:ny1
		S13:nz1
		S13:oa1
		S13:ob1
		S13:oc1
		S13:od1
		S13:oe1
		S13:of1
		S13:og1
		S13:oh1
		S13:oi1
		S13:oj1
		S13:ok1
		S13:ol1
		S13:om1
		S13:on1
		S13:oo1
		S13:op1
		S13:oq1
		S13:or1
		S13:os1

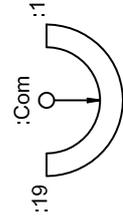
P



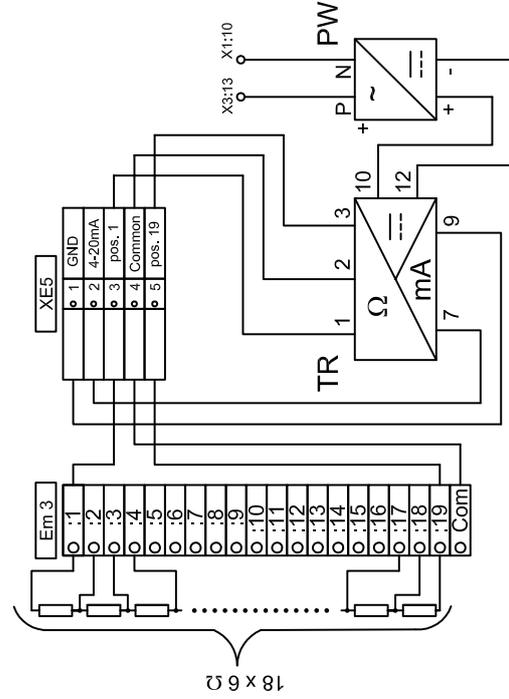
Em 2



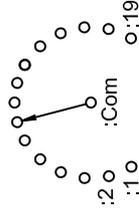
IO



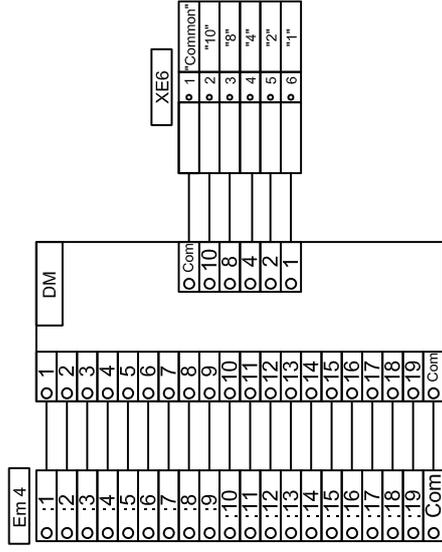
Em 3



BCD



Em 4



Выходные сигналы для передачи положения

Резисторный ряд	Потенциометрического сигнал	Резисторный ряд	Аналоговый сигнал 4-20мА	Питание 24VDC	Контактный ряд	Диспная матрица	BCD код



МОТОРНЫЙ ПРИВОД МЗ 4.4  
СХЕМА ПРИНЦИПАЛЬНАЯ г

Изм. 0

EQ5-AMOG.D/IO

2011 3/4

8

7

6

5

4

3

2

1

A

B

C

D

E

F

8

7

6

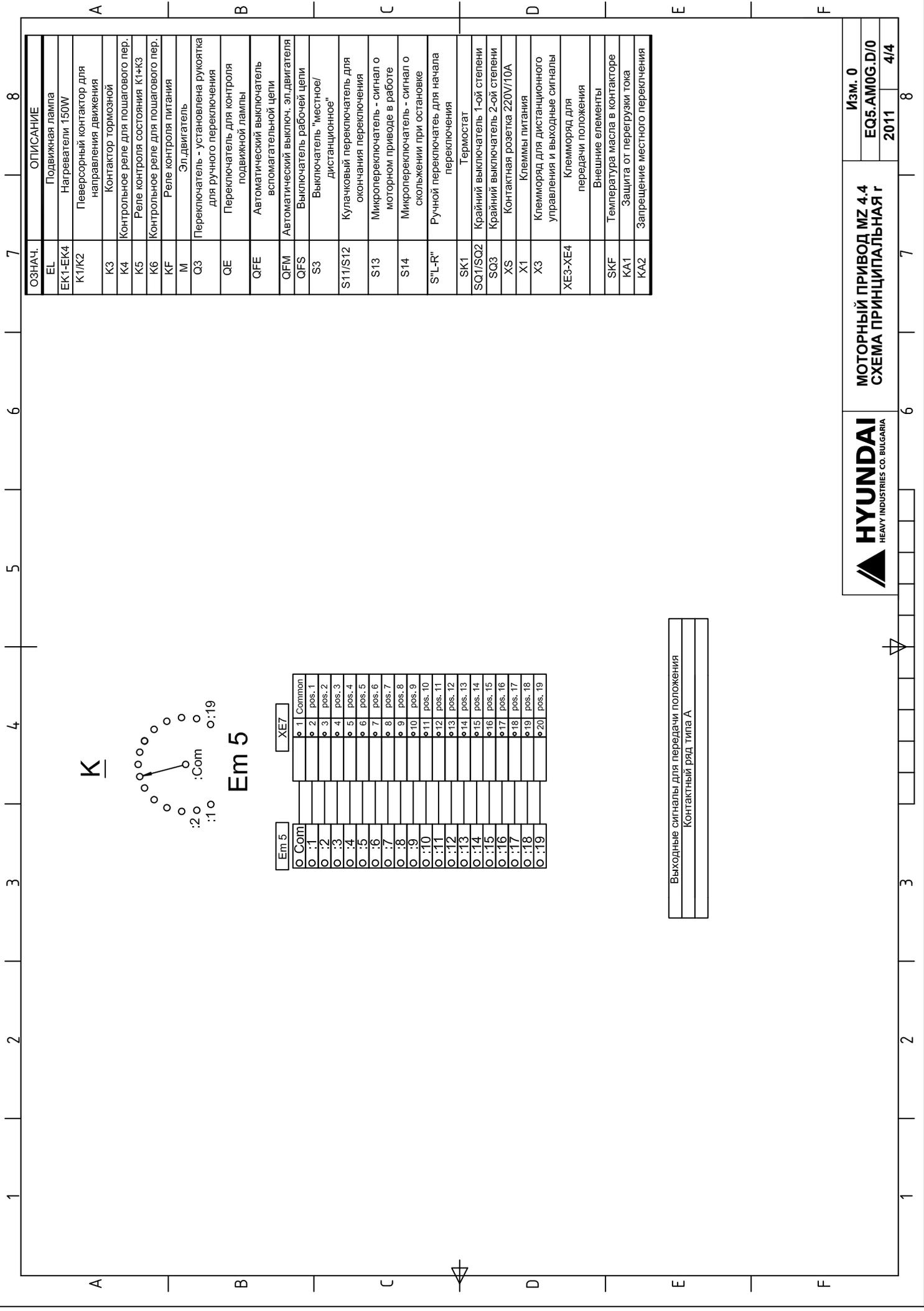
5

4

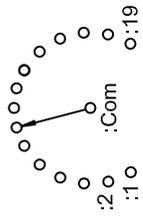
3

2

1



**K**



**Em 5**

Em 5		XEZ	
O :Com		φ 1	Common
O :1		φ 2	pos. 1
O :2		φ 3	pos. 2
O :3		φ 4	pos. 3
O :4		φ 5	pos. 4
O :5		φ 6	pos. 5
O :6		φ 7	pos. 6
O :7		φ 8	pos. 7
O :8		φ 9	pos. 8
O :9		φ 10	pos. 9
O :10		φ 11	pos. 10
O :11		φ 12	pos. 11
O :12		φ 13	pos. 12
O :13		φ 14	pos. 13
O :14		φ 15	pos. 14
O :15		φ 16	pos. 15
O :16		φ 17	pos. 16
O :17		φ 18	pos. 17
O :18		φ 19	pos. 18
O :19		φ 20	pos. 19

Выходные сигналы для передачи положения  
Контактный ряд типа А

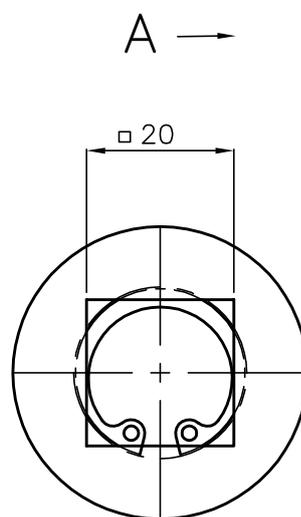
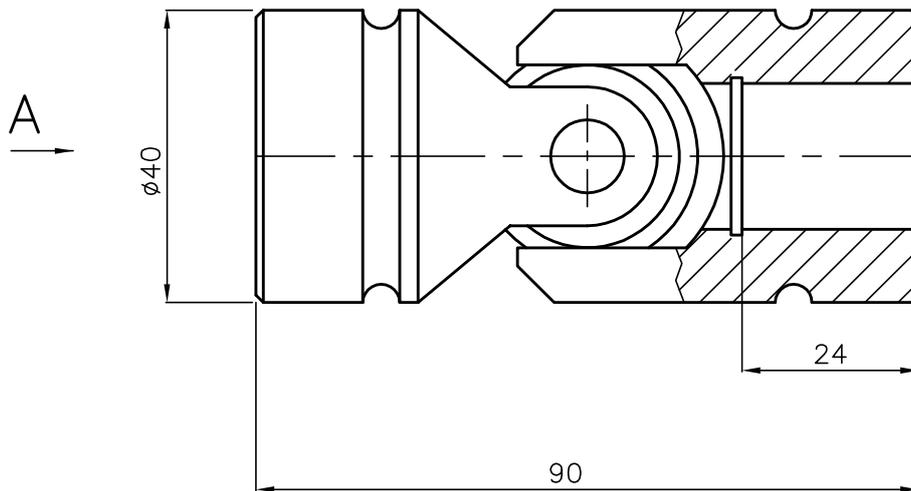
ОЗНАЧ.	ОПИСАНИЕ
EL	Подвижная лампа
EK1-EK4	Нагреватели 150W
K1/K2	Перевернутый контактор для направления движения
K3	Контактор тормозной
K4	Контрольное реле для пошагового пер.
K5	Реле контроля состояния K1+K3
K6	Контрольное реле для пошагового пер.
KF	Реле контроля питания
M	Эл.двигатель
Q3	Переключатель - установлена рукоятка для ручного переключения
QE	Переключатель для контроля подвижной лампы
QFE	Автоматический выключатель вспомогательной цепи
QFM	Автоматический выключ. эл.двигателя
QFS	Выключатель рабочей цепи
S3	Выключатель "местное/дистанционное"
S11/S12	Кулачковый переключатель для окончания переключения
S13	Микропереключатель - сигнал о моторном приводе в работе
S14	Микропереключатель - сигнал о скольжении при остановке
S"L-R"	Ручной переключатель для начала переключения
SK1	Термостат
SQ1/SQ2	Крайний выключатель 1-ой степени
SQ3	Крайний выключатель 2-ой степени
XS	Контактная розетка 220V/10A
X1	Клеммы питания
X3	Клеммный ряд для дистанционного управления и выходные сигналы
XE3-XE4	Клеммный ряд для передачи положения
	Внешние элементы
SKF	Температура масла в контакторе
KA1	Защита от перегрузки тока
KA2	Запрещение местного переключения

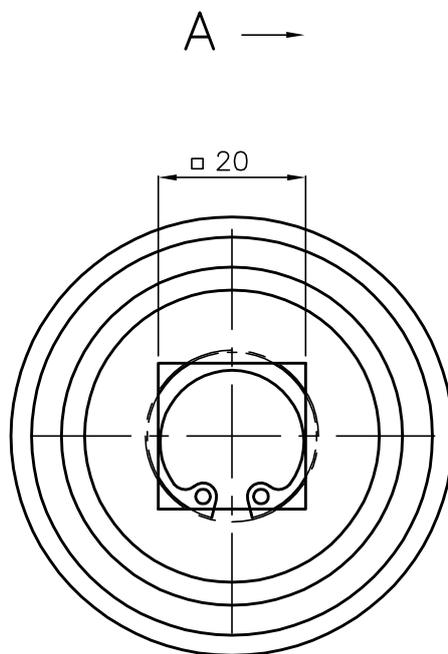
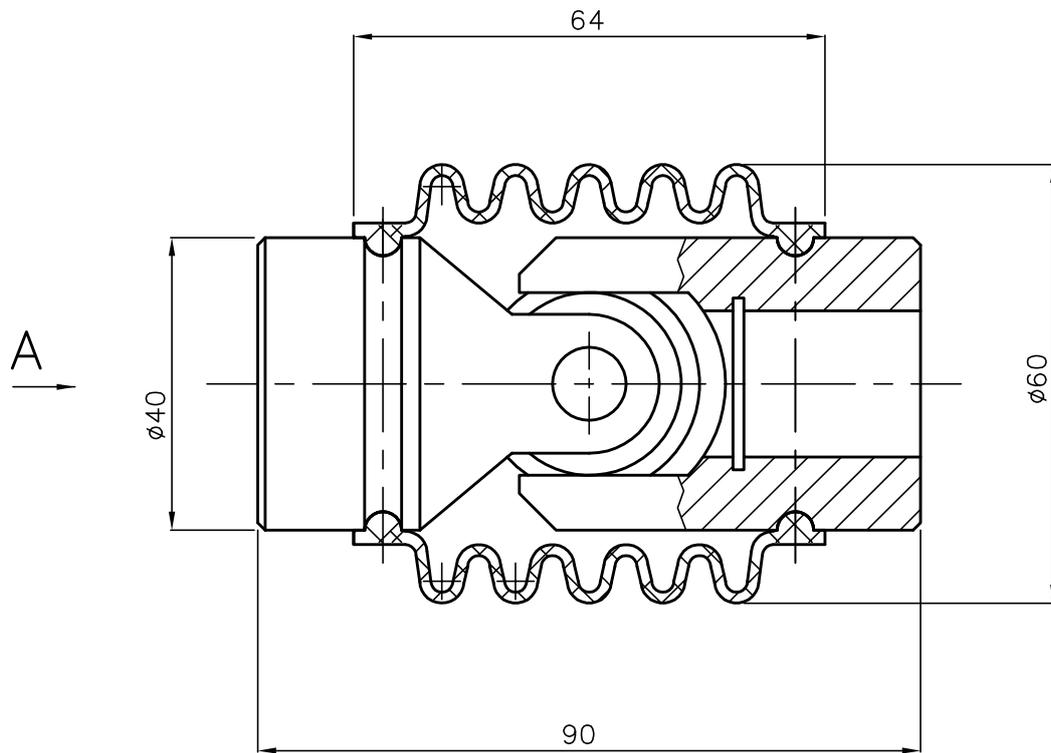
**HYUNDAI**  
HEAVY INDUSTRIES CO. BULGARIA

**МОТОРНЫЙ ПРИВОД MZ 4.4**  
**СХЕМА ПРИНЦИПАЛЬНАЯ Г**

Изм. 0  
EQ5.AM0G.D/0  
2011  
4/4

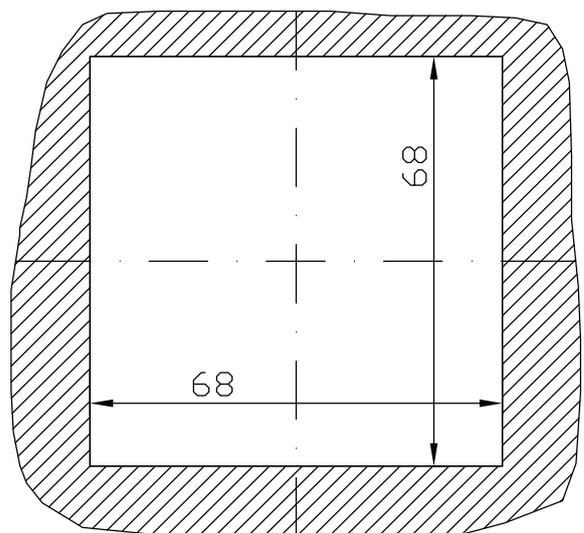
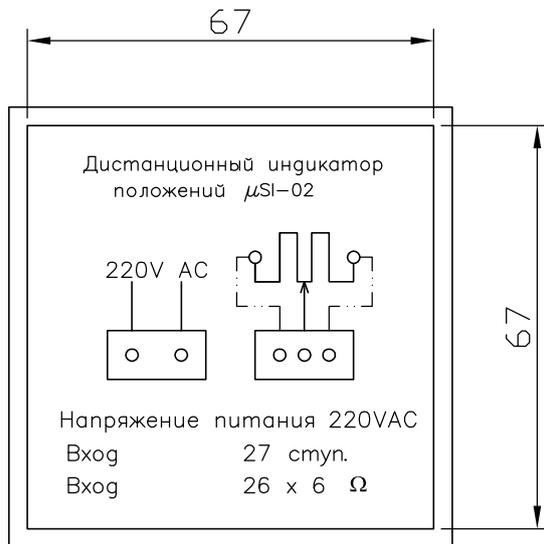
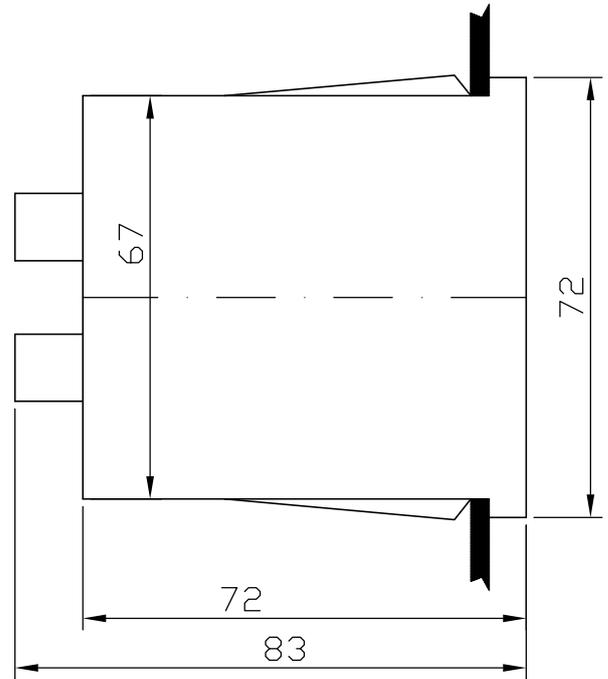
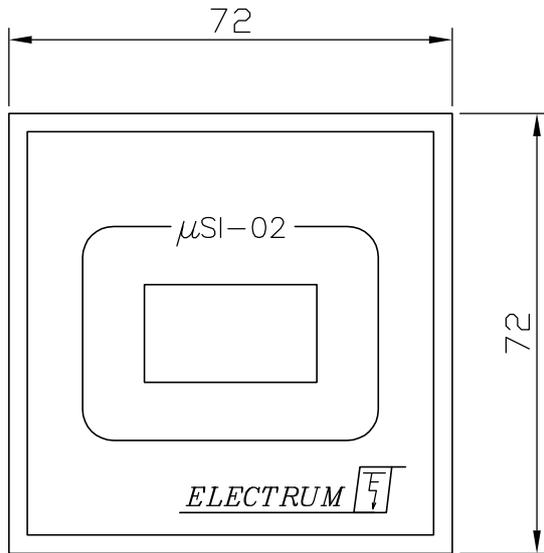


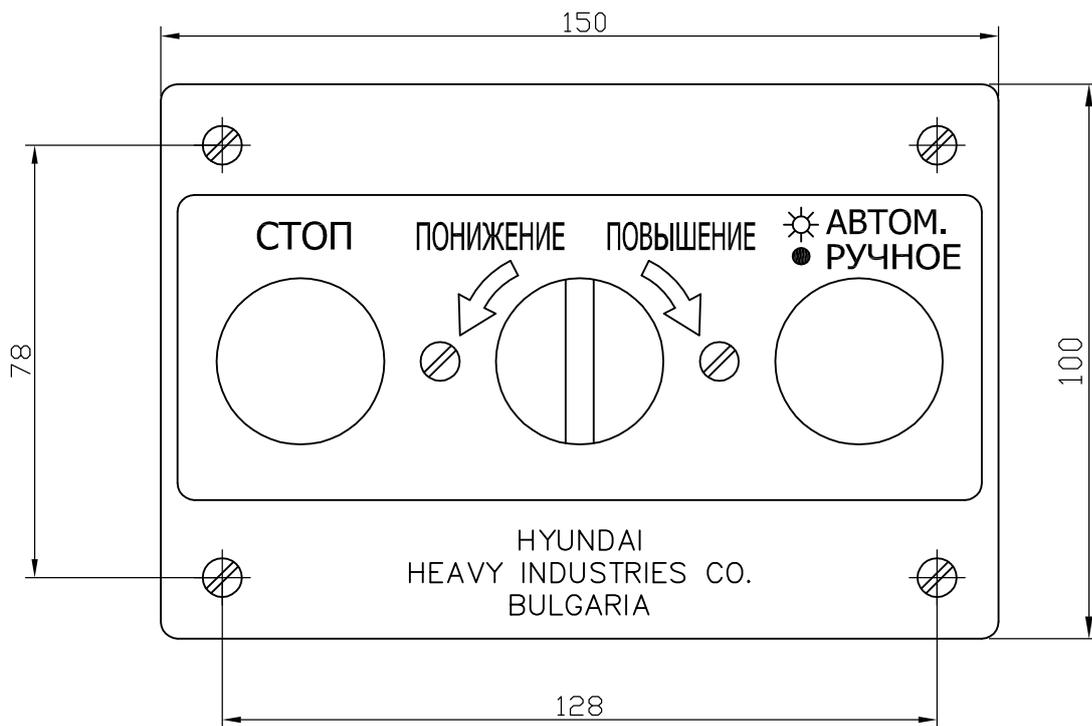
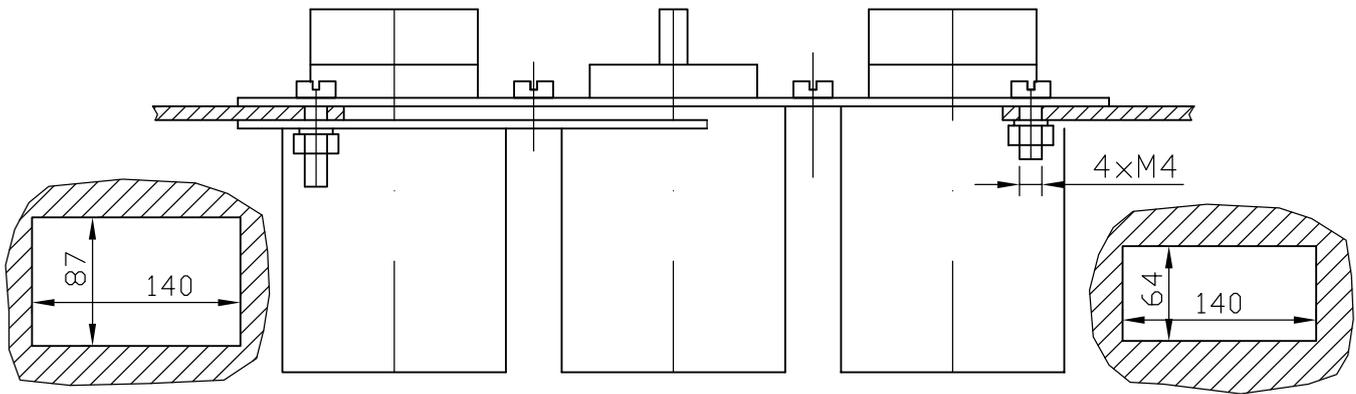
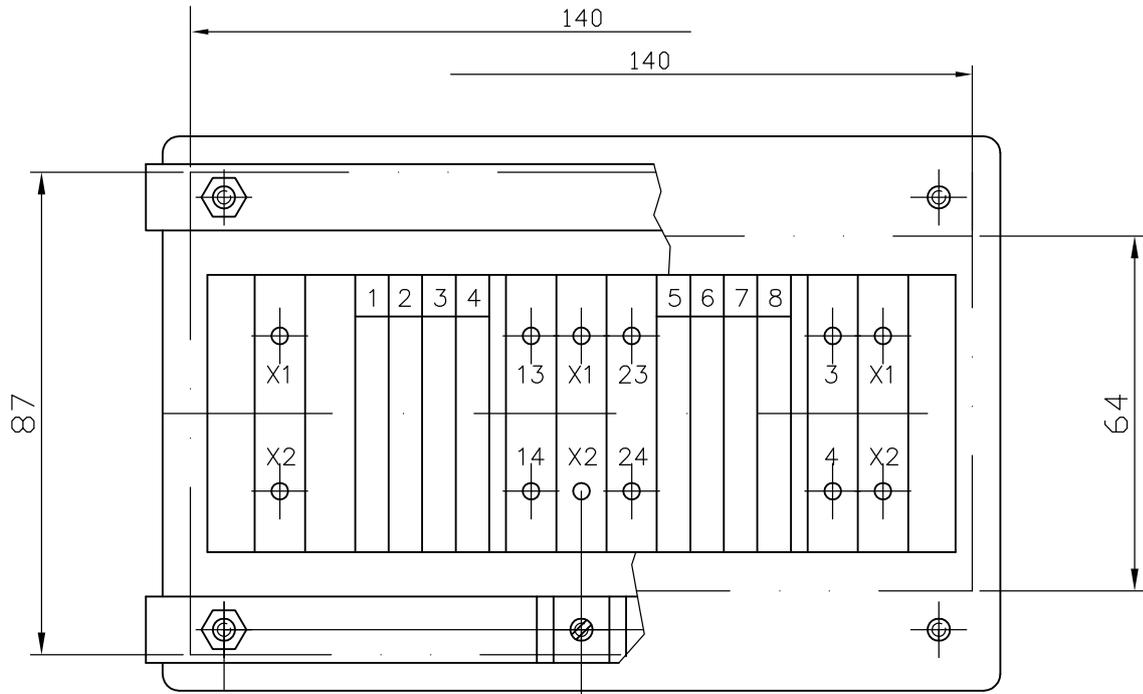


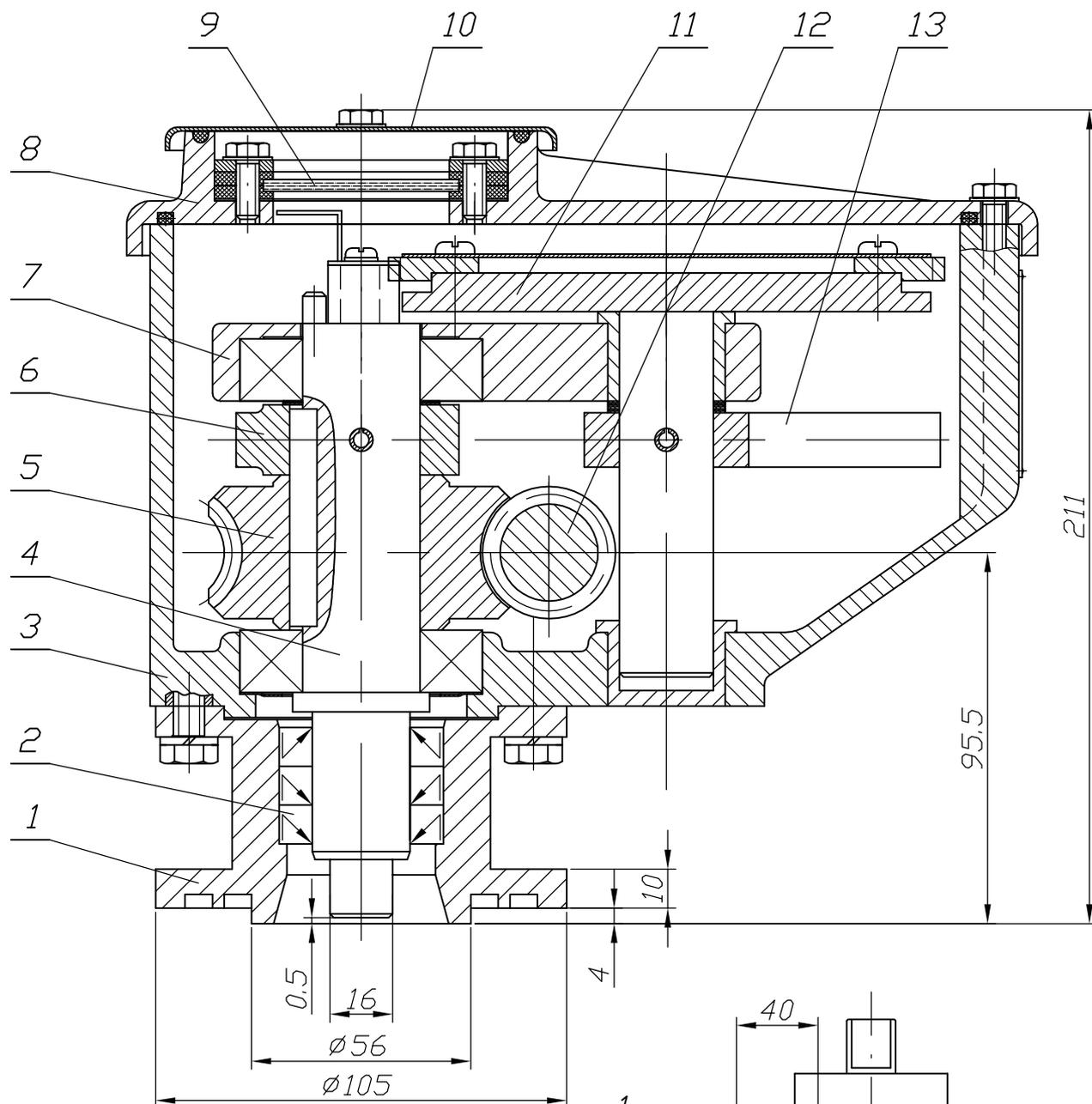


# Дистанционный индикатор $\mu SI-02$

## Монтаж и размеры

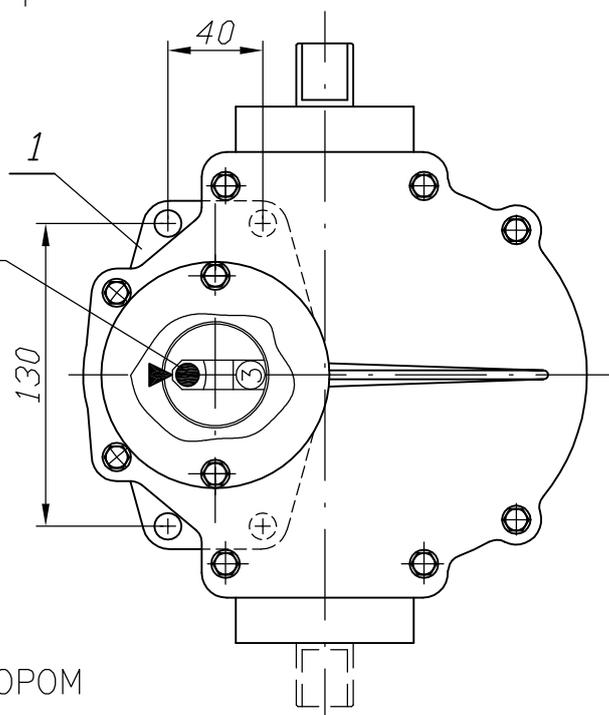


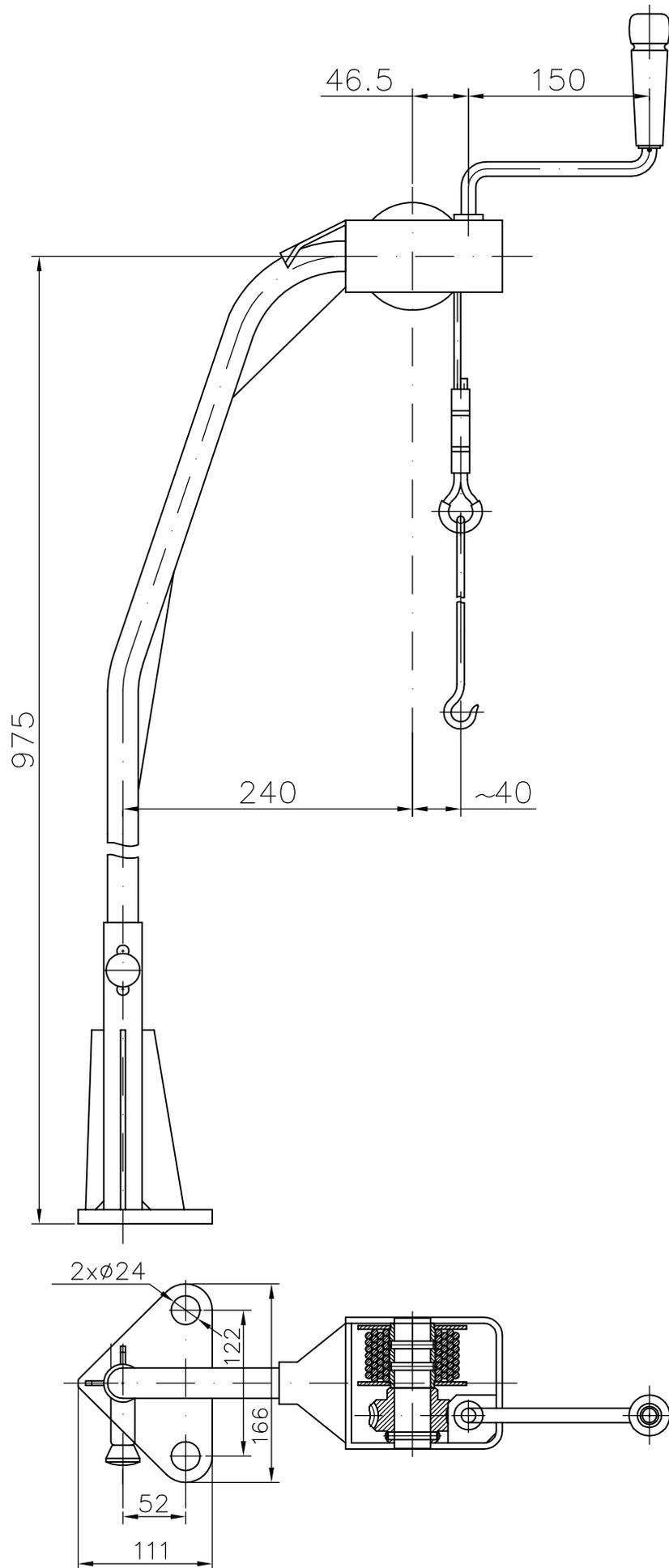


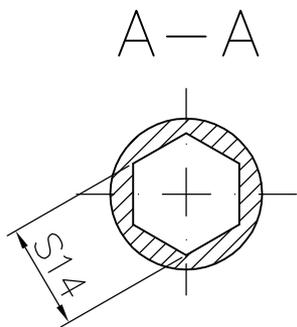
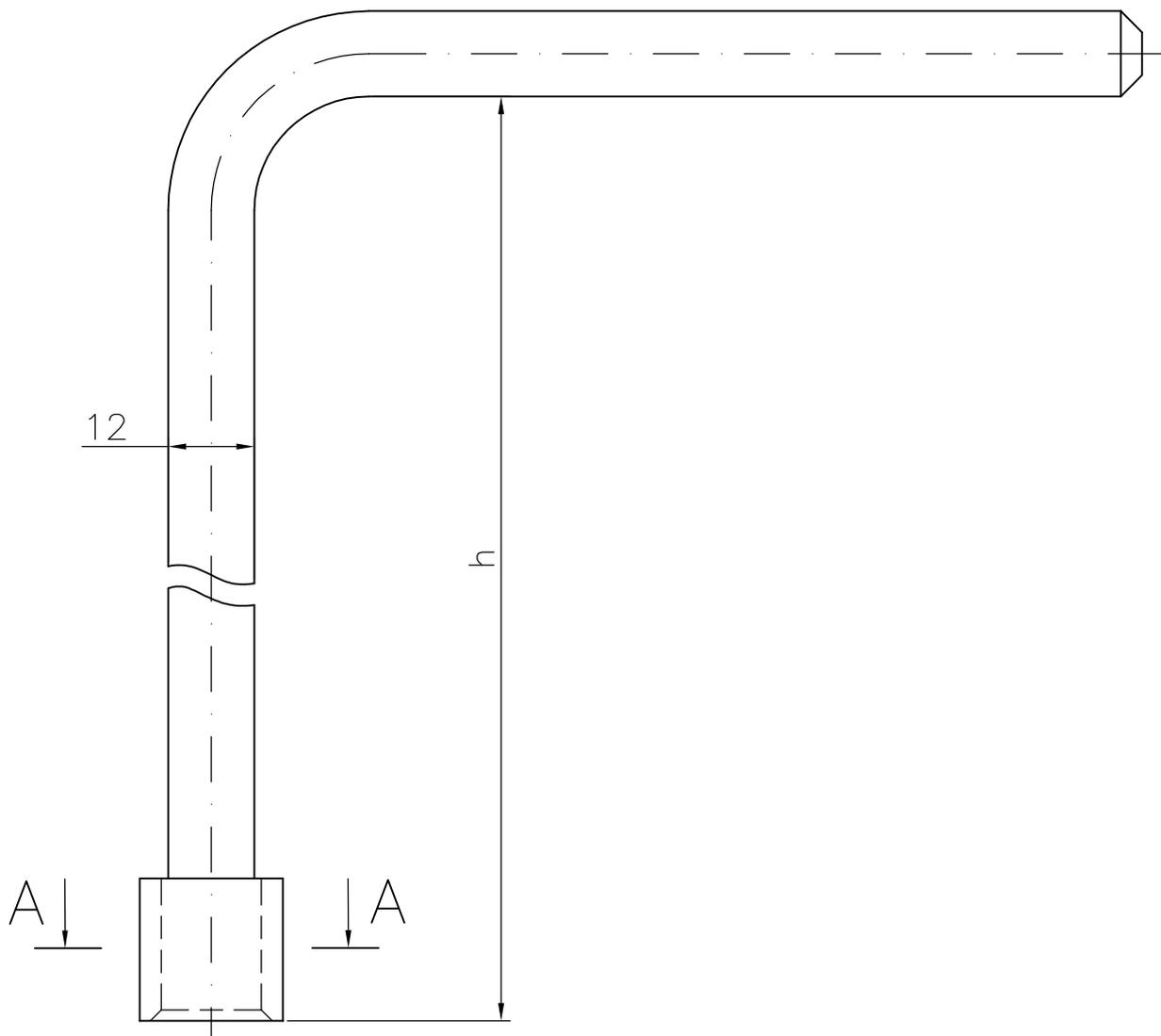


- 1. ОСНОВА
- 2. УПЛОТНИТЕЛЬ
- 3. КОРПУС
- 4. ВАЛ С ВТУЛКОЙ
- 5. ЧЕРВЯЧНОЕ КОЛЕСО
- 6. СЕКТОР БЛОКИРОВКИ
- 7. ВЕРХНЯЯ ОПОРА
- 8. КРЫШКА
- 9. ОКОШКО ДЛЯ НОМЕРА ПОЛОЖЕНИЯ
- 10. КРЫШКА
- 11. МАЛЬТИЙСКАЯ ПЕРЕДАЧА С ИНДИКАТОРОМ
- 12. ЧЕРВЯЧНАЯ ПЕРЕДАЧА
- 13. РЫЧАГ БЛОКИРУЮЩИЙ

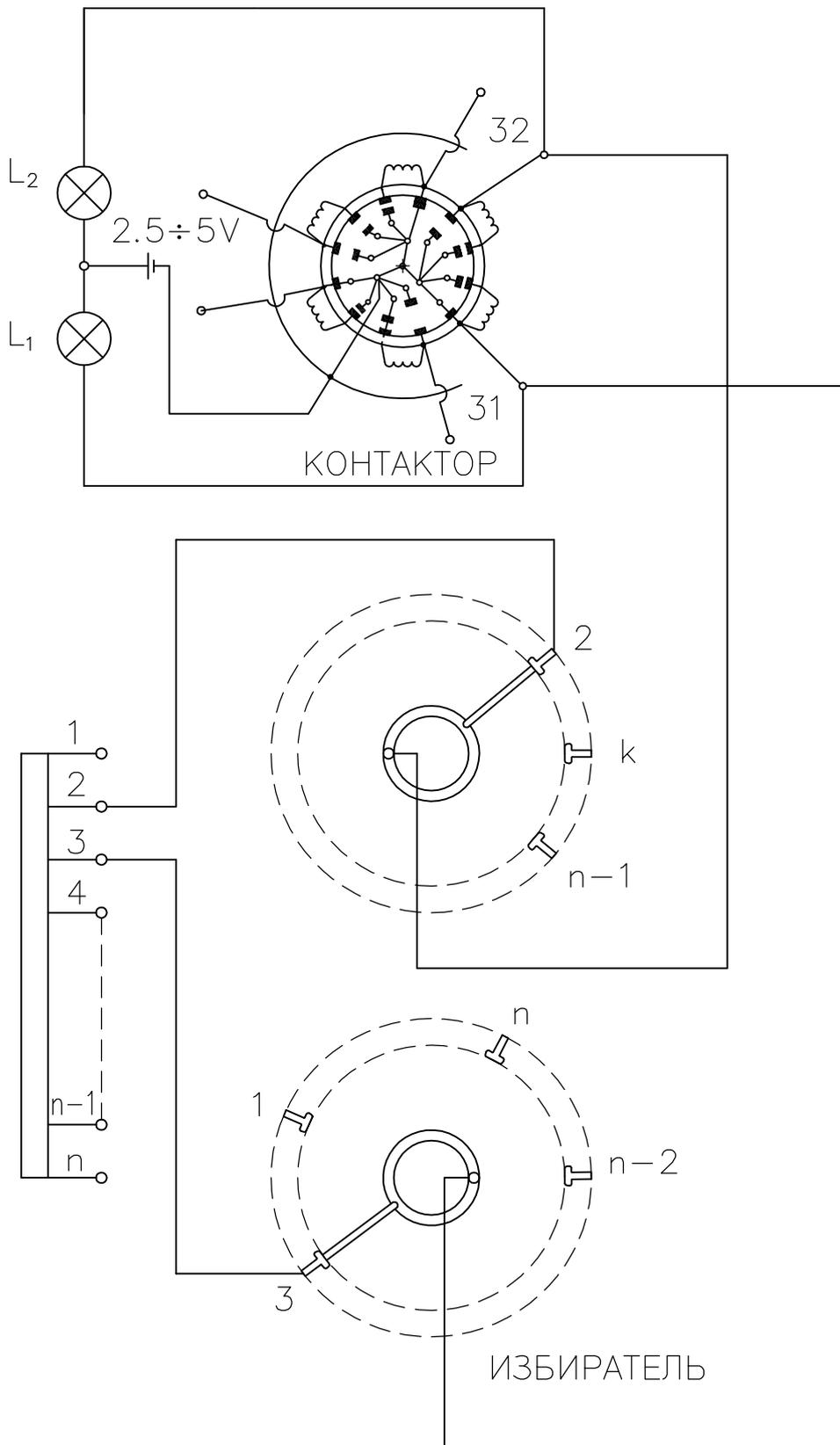
Индикаторы  
"Нормального  
положения"

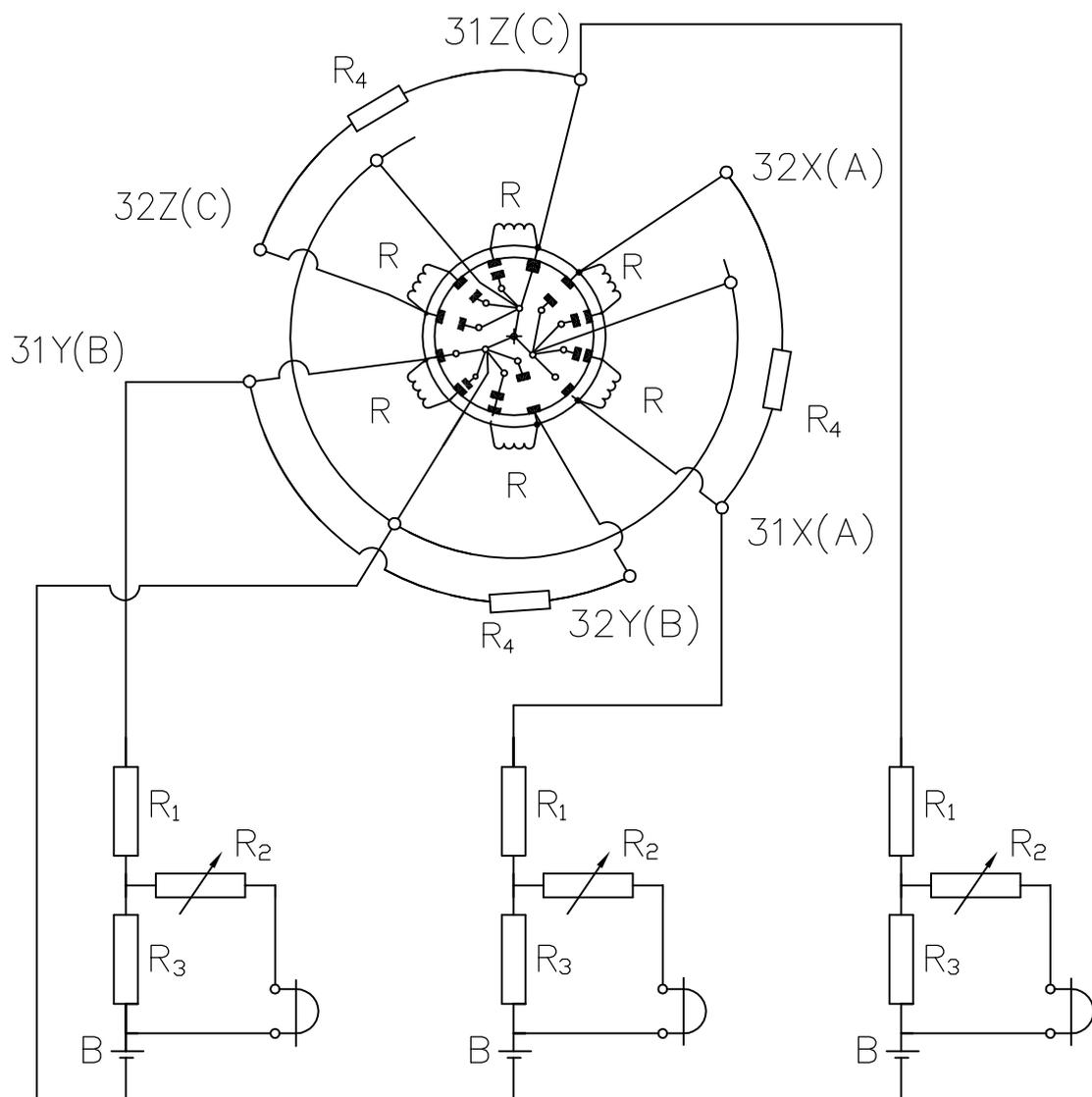






ИЗОЛ. РЯД	h
41.5	810
72.5/123	940
170/245	1180



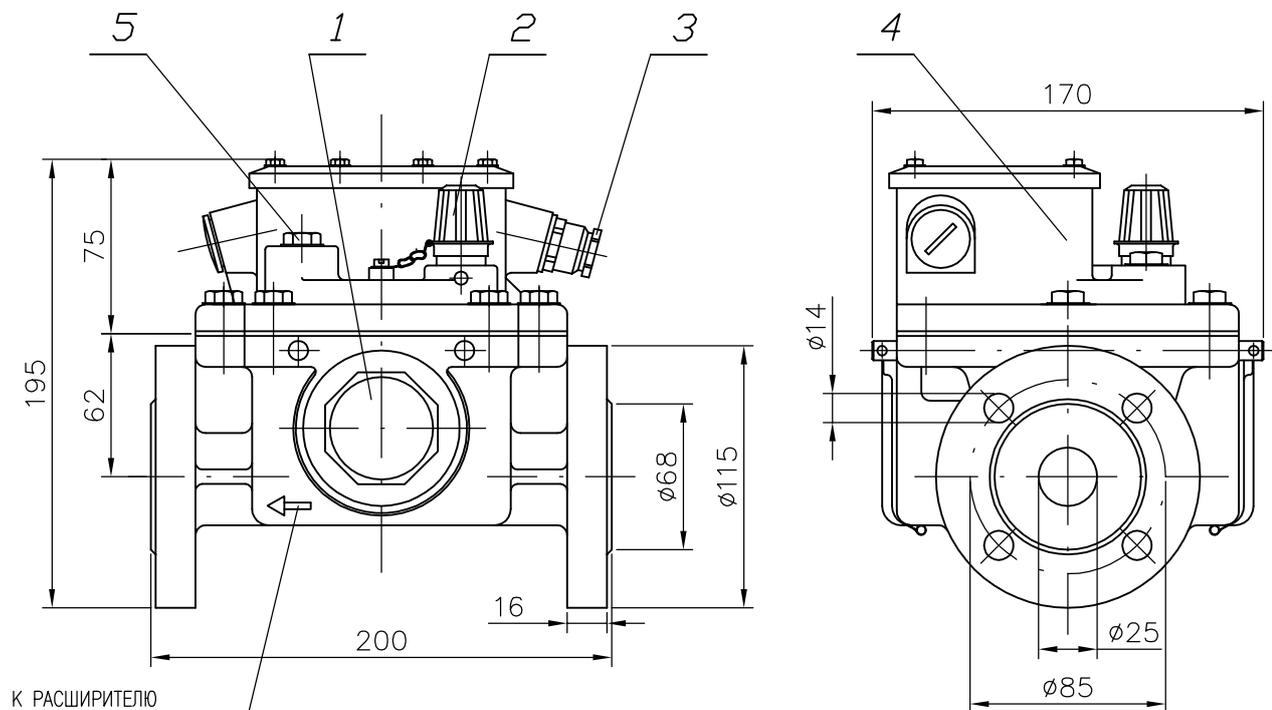


R – Переходные резисторы контактора

$R_1 \div R_4$  – Внешние сопротивления, подобранные согласно осциллографу

B – Батарея 20 V

ПРИМЕЧАНИЕ : ТОК В ЦЕПИ КОНТАКТОРА ПРИ ЗАМКНУТЫХ КОНТАКТАХ 31X, 31Y И 31Z ДОЛЖЕН БЫТЬ НЕ МЕНЕЕ 2А.



Одно контактное реле

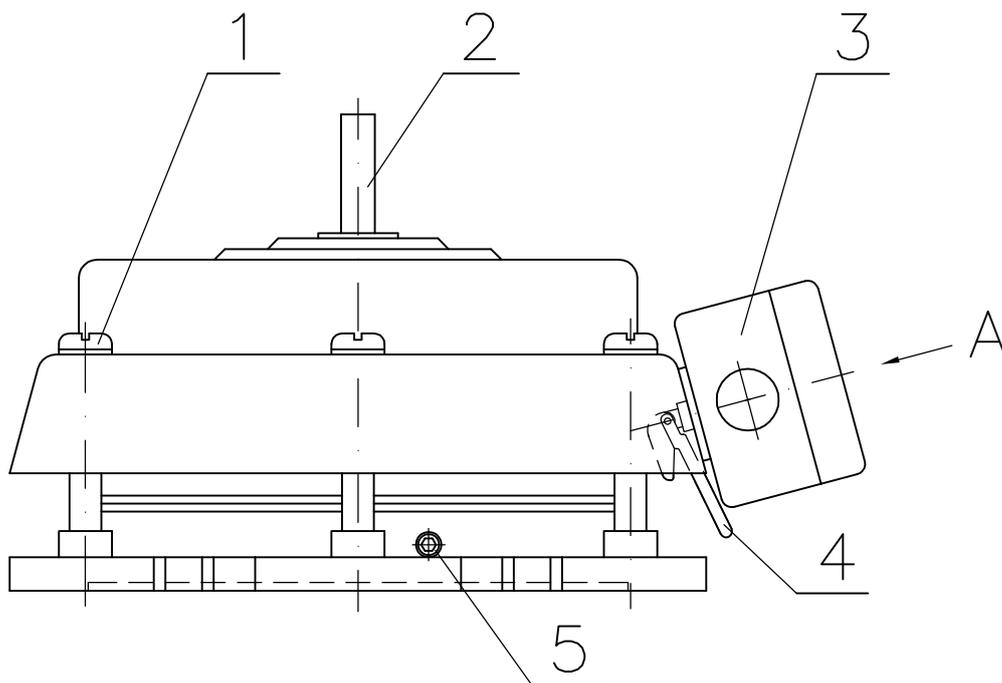
Настройка контакторов		
1 NO контакт	1 NC контакт	1 CO контакт

Двух контактное реле

Настройка контакторов		
2 NO контакты	2 NC контакты	1 NC и 1 NO контакты

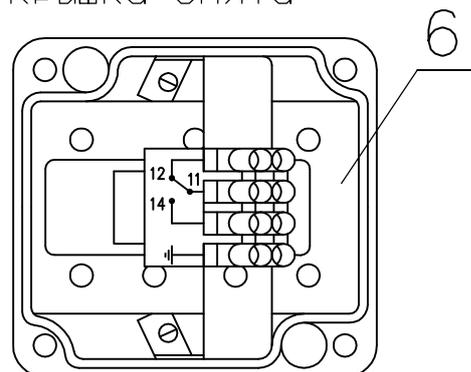
Настройка контакторов	
1 NO и 1 CO контакты	2 CO контакты

1. Окошко для инспекции
2. Защитный колпачок испытательной кнопки
3. Кабельная муфта (M20x1.5)
4. Коробка выводов
5. Болт освобождения воздуха



→ A

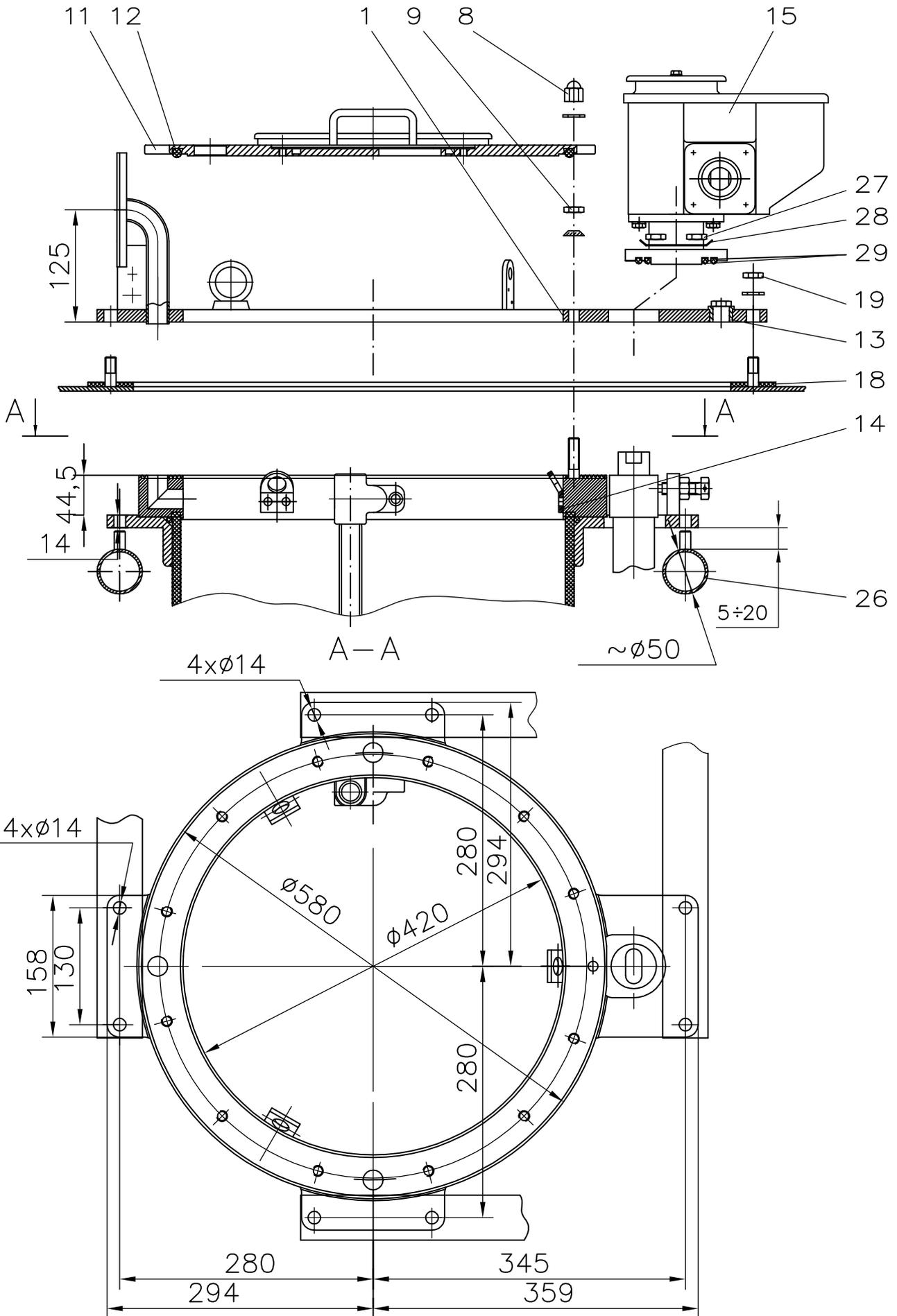
КРЫШКА СНЯТА



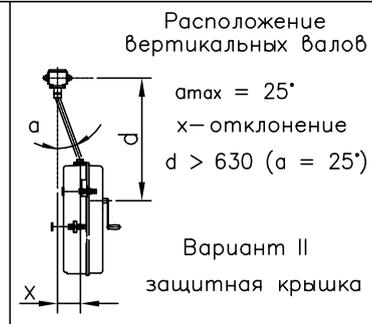
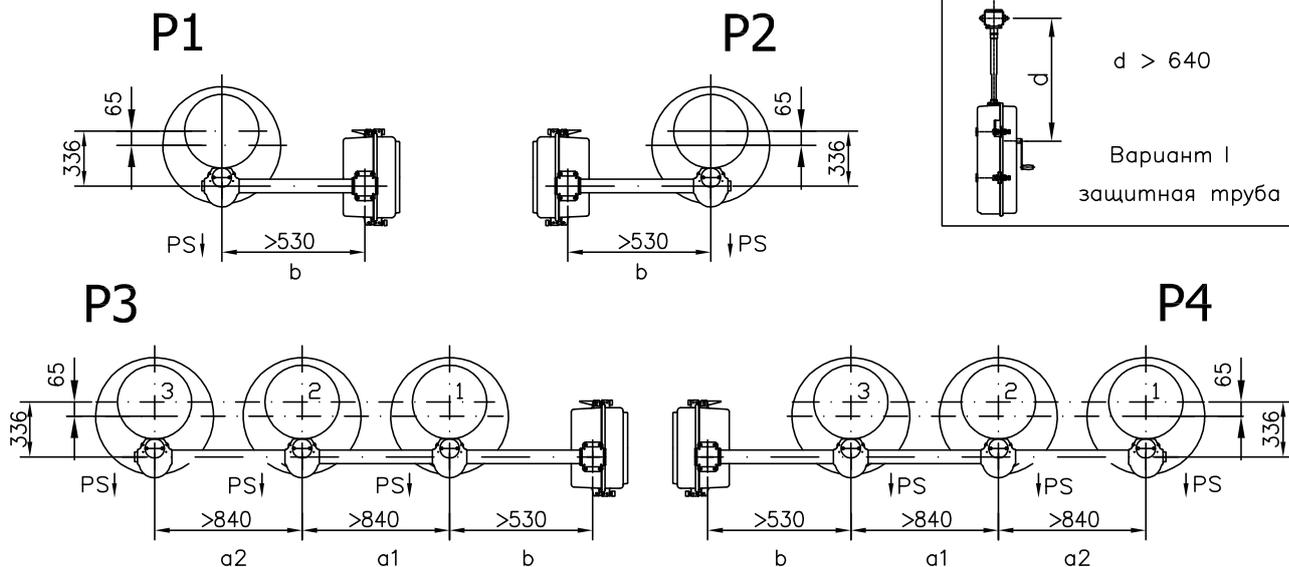
1. Винты крышки
2. Визуальный индикатор
3. Сигнальное устройство
4. Рычажок
5. Болт для стравливания воздуха
6. Клемная коробка сигнального устройства

ПРИМЕЧАНИЕ : - Ручной возврат поз. 2  
 - Поз. 4 для ручного возврата  
 сигнального устройства

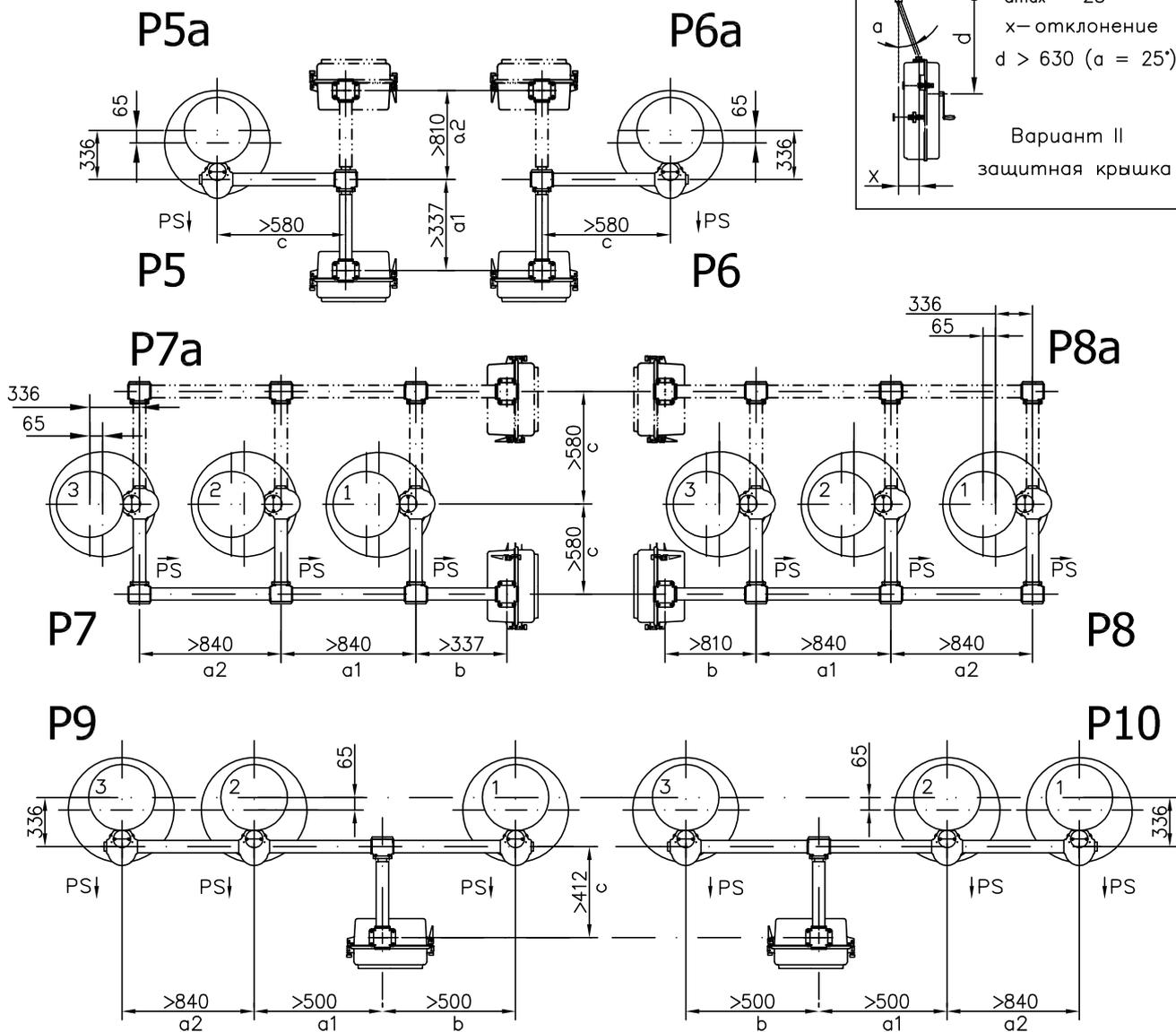
ВНИМАНИЕ ! Не допускается ослабление винтов - поз.1



стандартный дизайн



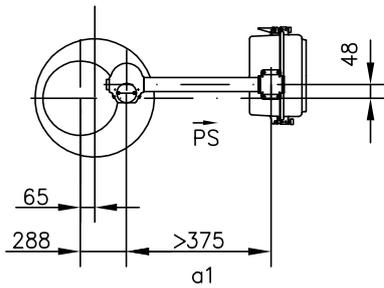
Специальный дизайн



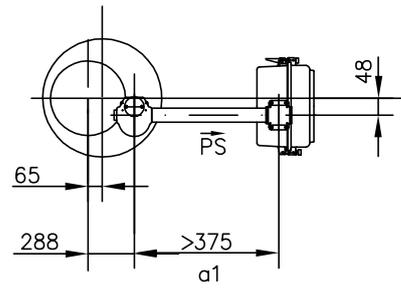
Остальные размеры см. на чертеже №209.3 страница 2!

## Специальный дизайн

### P11



### P12



### Вычисления (формулы)

Расположение Длина	P1	P2	P3	P4	P5	P5a	P6	P6a
La1	—	—	a1-345	—	a1-280	—	a1-280	—
La2	—	—	a2-345	—	—	a2-280	—	a2-280
Lb	b-315				—	—	—	—
Lc	—	—	—	—	c-386			
Ld	$\frac{d-582}{\cos\alpha}$ ; ( $\alpha_{\max}=25^\circ$ )							

Расположение Длина	P7	P7a	P8	P8a	P9	P10	P11	P12
La1	a1-280				a1-315			
La2	a2-280				a2-345	—	—	—
Lb	b-280				b-315		—	—
Lc	c-386				c-352		—	—
Ld	$\frac{d-582}{\cos\alpha}$ ; ( $\alpha_{\max}=25^\circ$ )							

### ЗАМЕЧАНИЯ:

1. "L" – Длина вала.
2. PS – Расположение преобразователя.
3. В случае двух единиц – номера 3 или 1 отпадают.
4. Расстояния определены из механических соображений.  
Изоляционные расстояния не были отчитывались.



## Общие данные

 Запрос       Спецификация заказа
Покупатель Страна Производитель трансформатора ННІВ оферта № Фабричный заказ Страна эксплуатации ННІВ Фабричный номер Дата поставки 
 Переключающее устройство  
под нагрузкой  шт.

 Переключатель без нагрузки  шт.

 Моторный привод  шт.

 Ручной привод  шт.

 Приводные валы  шт.

## Предназначение

## Варианты

Язык инструкции по эксплуатации

 English    Русский    Български 

Количество документации

 За единицу

Язык таблички с техническими данными

 English    Русский    Български 

Климат

 Умеренны       Холодный       Тропический

Окружающая температура

 °C

Цвет окрашиваемых частей

 RAL 7032 стандартный    или    RAL 

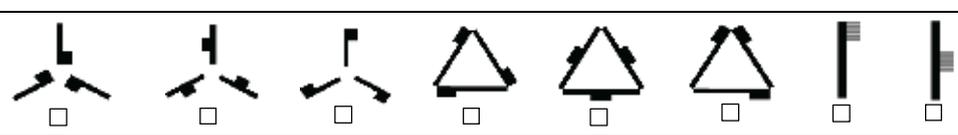
Комментарии:

 Предыдущий заказ

Заказ №

Фабричный №

## Данные трансформатора

Покупатель <input style="width: 90%;" type="text"/>	Страна <input style="width: 90%;" type="text"/>
ННІВ Оферта № <input style="width: 90%;" type="text"/>	Фабричный заказ <input style="width: 90%;" type="text"/>
Приложение	<input type="checkbox"/> Сетевой <input type="checkbox"/> Печной <input type="checkbox"/> Генераторный <input type="checkbox"/> Электролизный <input type="checkbox"/> Другое <input style="width: 50px;" type="text"/>
Тип трансформатора	<input type="checkbox"/> С разделенными обмотками <input type="checkbox"/> Автотрансформатор <input type="checkbox"/> Волтодобавочный
Число фаз	<input type="checkbox"/> 3 фазовый <input type="checkbox"/> 2 фазовый <input type="checkbox"/> 1 фазовый <input type="checkbox"/> 3x1 фазовый
Конфигурация регулировочных обмоток	
Частота	<input type="checkbox"/> 50 Hz <input type="checkbox"/> 60Hz
Номинальная мощность	<input style="width: 50px;" type="text"/> MVA, постоянная <input style="width: 50px;" type="text"/> MVA, убывающая от положения <input style="width: 50px;" type="text"/>
Перегрузка	<input type="checkbox"/> В соотв. с IEC 60354 <input type="checkbox"/> >IEC 60354 <input style="width: 50px;" type="text"/> % за <input style="width: 50px;" type="text"/> часов
Номинальное напряжение	<input style="width: 50px;" type="text"/> kV Для автотрансформаторов <input style="width: 50px;" type="text"/> kV пост. напряжение
Диапазон регулирования	+/- <input style="width: 50px;" type="text"/> % или + <input style="width: 50px;" type="text"/> % - <input style="width: 50px;" type="text"/> % +/- <input style="width: 50px;" type="text"/> kV или + <input style="width: 50px;" type="text"/> / - <input style="width: 50px;" type="text"/> kV
Число ступеней	+/- <input style="width: 50px;" type="text"/> Ступеней или + <input style="width: 50px;" type="text"/> / - <input style="width: 50px;" type="text"/> Ступеней
Номинальное напряжение ступени на фазу	<input type="checkbox"/> Постоянное $U_{st} = $ <input style="width: 50px;" type="text"/> V <input type="checkbox"/> Променливое $U_{st} \max. = $ <input style="width: 50px;" type="text"/> V $U_{st} \min. = $ <input style="width: 50px;" type="text"/> V
Макс. протекающий ток	$I_{max.} = $ <input style="width: 50px;" type="text"/> A
Восстанавливающееся напряжение	<input type="checkbox"/> < 35kV для типа RS9.3/RS6/RS5 (RSV9.3/RSV6/RSV5) <input type="checkbox"/> < 15kV для типа RS12/RSV12 <input type="checkbox"/> <input style="width: 50px;" type="text"/> V Потенциальная связь необходима
Потенциальная связь	<input type="checkbox"/> Не нужна <input type="checkbox"/> Связанные резисторы на дне переключающего устройства <input type="checkbox"/> Связанные резисторы, монтированных на плате <input type="checkbox"/> С переключателем потенциала и связанным резистором
Емкость	Между главной и регулиационной обмотками $C_w = $ <input style="width: 50px;" type="text"/> pF Между регулиационной обмоткой и баком трансформатора $C_e = $ <input style="width: 50px;" type="text"/> pF
Индуктивность рассеивания между грубой и тонкой регулировочными обмотками	$X = $ <input style="width: 50px;" type="text"/> j $\Omega$ или Грубая рег. обмотка $X = $ <input style="width: 50px;" type="text"/> j $\Omega$ Тонкая рег. обмотка $X = $ <input style="width: 50px;" type="text"/> j $\Omega$

### Рабочее и испытательное напряжения

Макс. рабочее напряжение	Испытательное напряжения, kV		
	1 min, 50Hz	LI 1,2/50 $\mu$ s	SI(по возм.)
На линейной клемме обмотки <input style="width: 50px;" type="text"/> kV	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>
ПУ к земле <input style="width: 50px;" type="text"/> kV	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>
<b>Индуктированные напряжения в kV во время испытания трансформатора</b>			
Между работающим отводом и выбранным (на ступень)	$a_0$	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>
Диапазон тонкой регулировочной обмотки	$b_1$	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>
Между тонкими обмотками разных фаз	$b_2$	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>
Между грубой и тонкой обмотками	$c_1$	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>
Между (-) контактами реверсора разных фаз	$c_2$	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>
Диапазон грубой регулировочной обмотки	$d$	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>



**ПУ данные**

Покупатель			Страна													
ННІВ оферта №			Фабричный заказ													
Означение переключающего устройства	Число полюсов	Тип	Число фаз или Y/D	Номин. ток [A]	Um [kV]	Размер избирателя	Схема соединения									
	<input type="text"/> x	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/> -	<input type="text"/> /	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
Размеры ПУ	Номер чертежа <input type="text"/>															
Означение рабочих положений	Макс. число включенных витков.Полож.			<input type="text"/>	Число средних положений		<input type="text"/>									
	Мин. число включенных витков.Полож.			<input type="text"/>	"Повышение" означает к полож.		<input type="text"/>									
Означение фаз	<input type="checkbox"/> A,B,C		<input type="checkbox"/> X,Y,Z	<input type="checkbox"/> U,V,W		<input type="checkbox"/> Другое <input type="text"/>										
Тип несущего фланца	<input type="checkbox"/> Круглый		<input type="checkbox"/> Овальный (только стальной)													
Расположение приводных валов (смотри каталог)	P1	P2	P3	P4	P5	P5a	P6	P6a	P7	P7a	P8	P8a	P9	P10	P11	P12
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Вариант I		<input type="checkbox"/> Вариант II													
Расположение фланца (с искл. типов RS12/RSV12) Q3 возможен только для RS9.3/RSV9.3 и RS7/RSV7			Q1		Q2	Q3	Q4	Q5								
	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
Расположение сифона со стороны предызбирателя	<input type="checkbox"/> Левое (Q5)		<input type="checkbox"/> Правое (Q4)													
Встраивание ПУ в трансформатор																
	<input type="checkbox"/> На активной части горизонтальной оси		<input type="checkbox"/> На активной части вертикальной оси		<input type="checkbox"/> На крышке трансформатора											
Фланец для устройства освобождения давления "Qualitrol"	<input type="checkbox"/> С фланцем и клапаном		<input type="checkbox"/> С фланцем, без клапана		<input type="checkbox"/> Без фланца											
Устройства освобождения давления "Qualitrol"	Тип <input type="text"/>															
Реле давления "Qualitrol"	<input type="checkbox"/> Нет		<input type="checkbox"/> Да		Тип <input type="text"/>											
Защитное реле URF 25/10	Тип <input type="text"/>		Контакты:		<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NC	<input type="checkbox"/> С.О.									
Параллельные ветви для избирателя	<input type="checkbox"/> Нет		<input type="checkbox"/> Да													
Байпасс трубная связь	<input type="checkbox"/> Нет		<input type="checkbox"/> Да													
Упаковка	<input type="checkbox"/> Деревянные ящики		<input type="checkbox"/> Металльные контейнеры													

Комментарии:



## ПБВ данные

Покупатель			Страна														
ННІВ оферта №			Фабричный заказ														
Означеніе ПБВ	Число колоны	Тип	Число фаз	Номин. ток [A]	Um [kV]	Схема соединения											
	<input type="text"/>	x <input type="text"/>	- <input type="text"/>	- <input type="text"/>	- <input type="text"/>	- <input type="text"/>											
Размеры ПБВ	Номер чертежа <input type="text"/>																
Соединение регуляционной обмотки																	
	<input type="checkbox"/> Y	<input type="checkbox"/> ME	<input type="checkbox"/> MD	<input type="checkbox"/> P(2xME)	<input type="checkbox"/> P(2xMD)	<input type="checkbox"/> Y,D											
Означеніе фаз	<input type="checkbox"/> A,B,C	<input type="checkbox"/> X,Y,Z	<input type="checkbox"/> U,V,W	<input type="checkbox"/> Другое <input type="text"/>													
Означеніе рабочих положений	Макс. число включенных витков.Полож. <input type="text"/>		Число средних положений <input type="text"/>														
	Мин. число включенных витков.Полож. <input type="text"/>		"Повышение" означает к полож. <input type="text"/>														
Встраивание ПБВ в трансформатор	<input type="checkbox"/> На активной части		<input type="checkbox"/> На крышке трансформатора														
Приводного механизма ZR03	Номер чертежа <input type="text"/>																
Система блокировки ZR03	<input type="checkbox"/> Предохранительный замок		<input type="checkbox"/> Замок подвесной														
Дистанционный индикатора положения	<input type="checkbox"/> Нет <input type="checkbox"/> Да																
Расположение приводных валов по черт. № 282А, р.1,р.2	P1	P2	P3	P3'	P4	P5'	P5''	P6	P6'	P6''	P7	P7'	P8	P8'	P9	P9'	P10
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Вариант I		<input type="checkbox"/> Вариант II														
Размеры приводных валов [mm]	A= <input type="text"/>	B= <input type="text"/>		C= <input type="text"/>		α°= <input type="text"/>											
	A1= <input type="text"/>	A2= <input type="text"/>	A3= <input type="text"/>	A4= <input type="text"/>	A5= <input type="text"/>	A6= <input type="text"/>	A7= <input type="text"/>										

Комментарии:



## МП данные

Заказчик	<input type="text"/>	Страна	<input type="text"/>
ННІВ заказ №	<input type="text"/>	Зав. заказ	<input type="text"/>
ПАРАМЕТРЫ	СТАНДАРТНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ	СПЕЦИАЛЬНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ	
<b>Основные характеристики</b>			
Тип	<input type="checkbox"/> MZ-4.4	<input type="checkbox"/> <input type="text"/>	
Направление открытия дверцы	<input type="checkbox"/> Левое	<input type="checkbox"/> Правое	
Степень защиты	<input type="checkbox"/> IP 55	<input type="checkbox"/> IP 66	
Продолжительность цикла переключения	<input type="checkbox"/> 4,5 s.	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> s.	
Кабельные вводы на нижней плите	<input type="checkbox"/> 2 x M25; 2 x M40	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> x M <input type="text"/> ; <input type="checkbox"/> x M <input type="text"/> ; <input type="checkbox"/> x M <input type="text"/>	
Материал нижней плиты	<input type="checkbox"/> X5CrNi 1810	<input type="checkbox"/> S235JRG2	<input type="checkbox"/> <input type="text"/>
Макс. число включенных витков к положению №	<input type="text"/>		
'Повышение' означает движение к положению №	<input type="text"/>		
Означение среднего положения (или средних положений с одинаковыми потенциалами)	<input type="text"/>		
Язык эл. схемы	<input type="checkbox"/> English	<input type="checkbox"/> <input type="text"/>	
Эл. схема в шкафу МП	<input type="checkbox"/> Лист - А4	<input type="checkbox"/> X5CrNi 1810 - А3	<input type="checkbox"/> <input type="text"/>
<b>Данные цепи эл. двигателя</b>			
Питающее напряжение эл. двигателя	<input type="checkbox"/> 400V	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> V	
Тип сети питающего напряжения	<input type="checkbox"/> 3 AC/N	<input type="checkbox"/> 3AC	<input type="checkbox"/> 1AC
Частота эл. двигателя	<input type="checkbox"/> 50 Hz	<input type="checkbox"/> 60 Hz	
<b>Даны управляющей цепи</b>			
Питание для управляющей цепи	<input type="checkbox"/> От цепи эл. двигателя	<input type="checkbox"/> Отдельно	
Питание управляющей цепи	<input type="checkbox"/> 230VAC	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> VAC	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> VDC
Частота управляющей цепи	<input type="checkbox"/> 50 Hz	<input type="checkbox"/> 60 Hz	
Автоматическое прохождение положений "Повышение"	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> <input type="text"/>	
Автоматическое прохождение положений "Понижение"	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> <input type="text"/>	
Переключатель "Местное-Дистанционное"	<input type="checkbox"/> 2 положения	<input type="checkbox"/> 3 положения	<input type="checkbox"/> Без
Управляющее устройство Повышение/Понижение	<input type="checkbox"/> Переключатель	<input type="checkbox"/> Кнопки	
Аварийная "СТОП" кнопка - с гриб-образной головкой	<input type="checkbox"/> Нет	<input type="checkbox"/> Да	
Блокировка МП если температура масла в баке контактора ниже - 25 C	<input type="checkbox"/> Нет	<input type="checkbox"/> Да	
Запрещение команды на переключение с временной задержкой	<input type="checkbox"/> Нет	<input type="checkbox"/> Да	<input type="text"/> s
Фазовая последовательность питающего напряжения эл. двигателя	<input type="checkbox"/> Да	<input type="checkbox"/> Нет	
Контроль величины питающего напряжения эл. двигателя	<input type="checkbox"/> Нет	<input type="checkbox"/> Да	
ННІВ зав. №	<input type="text"/>	Лист 1/3	

ПАРАМЕТРЫ	СТАНДАРТНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ	СПЕЦИАЛЬНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ		
<b>Данные вспомогательной цепи</b>				
Питание вспомогательной цепи	<input type="checkbox"/> От цепи эл. двигателя	<input type="checkbox"/> Отдельно		
Напряжение вспомогательной цепи	<input type="checkbox"/> 230VAC	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> VAC		
Частота вспомогательной цепи	<input type="checkbox"/> 50 Hz	<input type="checkbox"/> 60 Hz		
Гидростат	<input type="checkbox"/> Нет	<input type="checkbox"/> Да		
Ручное управление нагревателя	<input type="checkbox"/> Нет	<input type="checkbox"/> Да		
Тип вводов	<input type="checkbox"/> DIN 10A, 220VAC (Shuko)	<input type="checkbox"/> Без	<input type="checkbox"/> <input type="text"/>	
<b>Обыкновенные исходящие сигналы МП</b>				
Конечные положения достигнуты	<input type="checkbox"/> 1 NO	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> NO	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> NC	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> C/O
МП в движении	<input type="checkbox"/> 1 NO + 1 NC	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> NO	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> NC	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> C/O
МП в движении (указывает направление движения)	<input type="checkbox"/> Без	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> NO	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> NC	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> C/O
Состояние автоматического выключателя цепи эл. двигателя	<input type="checkbox"/> 1 NO + 1 NC	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> NO	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> NC	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> C/O
Состояние автоматического выключателя управляющей цепи	<input type="checkbox"/> 1 C/O	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> NO	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> NC	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> C/O
Состояние автоматического выключателя вспомогательной цепи	<input type="checkbox"/> Без	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> NO	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> NC	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> C/O
Состояние СТОП контактора	<input type="checkbox"/> 1 NO	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> NO	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> NC	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> C/O
Переключение незакончено	<input type="checkbox"/> Без	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> NO	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> NC	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> C/O
Запрещение команды на переключение с временной задержкой <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> Без	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> NO	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> NC	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> C/O
Фазовая последовательность питающего напряжения эл. двигателя	<input type="checkbox"/> Без	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> NO	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> NC	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> C/O
Контроль величины питающего напряжения эл. двигателя	<input type="checkbox"/> Без	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> NO	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> NC	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> C/O
Блокировка МП если температура масла в баке контактора ниже - 25°C	<input type="checkbox"/> Без	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> NO	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> NC	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> C/O
Открыта дверца шкафа МП	<input type="checkbox"/> Без	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> NO	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> NC	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> C/O
Температура масла контактора	<input type="checkbox"/> Без	<input type="checkbox"/> 4÷20 mA	<input type="checkbox"/> <input type="text"/>	
Температура в шкафу МП	<input type="checkbox"/> Без	<input type="checkbox"/> 4÷20 mA	<input type="checkbox"/> <input type="text"/>	
<b>Исходящий сигнал положения МП (ПУ)</b>				
Первый контактный ряд с сопротивлениями (0.25W)	<input type="checkbox"/> Нет	<input type="checkbox"/> 6 Ω	<input type="checkbox"/> 10 Ω	
Второй контактный ряд с сопротивлениями (0.25W)	<input type="checkbox"/> Нет	<input type="checkbox"/> 6 Ω	<input type="checkbox"/> 10 Ω	
Дополнительное сопротивление к первому и второму контактному ряду (0.25W)	<input type="checkbox"/> Нет	<input type="checkbox"/> Перед	<input type="checkbox"/> После	
НО контакт типа "отключение-перед-включением"	<input type="checkbox"/> Нет	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> <input type="text"/>	
НО контакт типа "включение-перед-отключением"	<input type="checkbox"/> Нет	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> <input type="text"/>	
Аналоговый выход 4-20 mA	<input type="checkbox"/> Нет	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> <input type="text"/>	
Аналоговый выход 0-20 mA	<input type="checkbox"/> Нет	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> <input type="text"/>	
ННІВ зав. № <input type="text"/>				Лист 2/3

ПАРАМЕТРЫ	СТАНДАРТНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ		СПЕЦИАЛЬНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ	
Другой тип аналогового выхода	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> ÷ <input type="text"/> mA	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> ÷ <input type="text"/> mV	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> ÷ <input type="text"/> V	<input type="checkbox"/> <input type="text"/> ÷ <input type="text"/> Ω
Выход с BCD кодом	<input type="checkbox"/> Нет		<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> <input type="text"/>
Выход с BIN кодом	<input type="checkbox"/> Нет		<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> <input type="text"/>
Выход с GRAY кодом	<input type="checkbox"/> Нет		<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> <input type="text"/>
<b>Комплектовка МП</b>				
Цифровой дистанционный указатель положения - аналоговый входящий сигнал	<input type="checkbox"/> Тип сопротивления		<input type="checkbox"/> 4÷20 mA	<input type="checkbox"/> <input type="text"/>
Цифровой дистанционный указатель положения - кодированный входящий сигнал	<input type="checkbox"/> Нет		<input type="checkbox"/> BCD	<input type="checkbox"/> BIN
				<input type="checkbox"/> GRAY
Устройство дистанционного управления (приложение №)	<input type="checkbox"/> M 7.3.300.001.00.e + M 7.300.002.00.e		<input type="checkbox"/> <input type="text"/>	
Местная электрическая индикация процесса переключения	<input type="checkbox"/> Нет		<input type="checkbox"/> Цилиндр красного вспыливающего света	<input type="checkbox"/> Зуммер 70 dB
Автоматический регулятор напряжения	<input type="checkbox"/> Нет		<input type="text"/>	
Мониторинговая система	<input type="checkbox"/> Нет		<input type="text"/>	
Устройство фильтрации масла	<input type="checkbox"/> Нет		<input type="checkbox"/> Да	
Запирание шкафа МП	<input type="checkbox"/> Нет		<input type="checkbox"/> Да	
МП изолирован от бака трансформатора	<input type="checkbox"/> Нет		<input type="checkbox"/> Да	
Расстояние между отверстиями шины для крепления к трансформатору	<input type="checkbox"/> 350x520		<input type="checkbox"/> 350x620	<input type="checkbox"/> <input type="text"/>
Общие данные приводных валов	Расположение	<input type="text"/>	по приложению № <input type="text"/>	
	Вариант	<input type="text"/>	по приложению № <input type="text"/>	
Размеры приводных валов	L <sub>x</sub> = <input type="text"/> mm ;	a <sub>1</sub> = <input type="text"/> mm;	c = <input type="text"/> mm;	
	L <sub>b</sub> = <input type="text"/> mm ;	a <sub>2</sub> = <input type="text"/> mm;	d = <input type="text"/> mm;	
	L <sub>α</sub> = <input type="text"/> mm ;	b = <input type="text"/> mm;	α = <input type="text"/> mm;	
<b>Примечания:</b>				
ННІВ зав. № <input type="text"/>		Лист 3/3		