

Архангельск (8182)63-90-72  
Астана (7172)727-132  
Астрахань (8512)99-46-04  
Барнаул (3852)73-04-60  
Белгород (4722)40-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89

Иваново (4932)77-34-06  
Ижевск (3412)26-03-58  
Казань (843)206-01-48  
Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81

Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41  
Нижний Новгород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Омск (3812)21-46-40  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16

Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78  
Севастополь (8692)22-31-93  
Симферополь (3652)67-13-56  
Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13

Сургут (3462)77-98-35  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Хабаровск (4212)92-98-04  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93

Киргизия (996)312-96-26-47

Казахстан (772)734-952-31

Таджикистан (992)427-82-92-69

<http://konstalin.nt-rt.ru> || [kng@nt-rt.ru](mailto:kng@nt-rt.ru)

## ЯКУ-1



**ЯКУ-1** ячейка карьерная наружной установки отдельно стоящая, предназначена для работы в сетях трехфазного тока напряжением 6-10 кВ частотой 50 Гц и используется для подключения питания и защиты электрооборудования мощных карьерных потребителей.

**Ячейка ЯКУ-1** представляет собой пыле - брызгозащищенное изделие и должно эксплуатироваться в следующих условиях:

- интервал температур от плюс 50 до минус 45°С (исполнения У1);
- относительная влажность воздуха 80% при температуре окружающей среды 20°С;
- высота установки над уровнем моря до 1000 м ;
- окружающая среда не взрывоопасная, не содержащая паров кислот, агрессивных газов и токопроводящей пыли в концентрациях, снижающих параметры изделия в недопустимых пределах;
- одиночные удары с ускорением до 3g длительностью от 2 до 20 мс.;
- вибрационные нагрузки в диапазоне частот от 1 до 35 Гц для степени жесткости 1 по ГОСТ 17516;
- рабочее положение **ЯКУ-1** в пространстве - вертикальное.

# Структура условного обозначения ячейки ЯКУ-1-КН

**ЯКУ** - ячейка карьерная

**1** - модификация

**КН** - шифр производителя ЭТЗ "КОНСТАЛИН" г. Челябинск

## Технические характеристики

Наименование параметра	Значение
Номинальное рабочее напряжение, КВ	6 или 10
Номинальный ток, А	630, 1000
Номинальная частота, Гц	50
Номинальный ток отключения выключателя, кА	20
Номинальный ток трансформаторов тока, А	100...600
Ток термической стойкости (для $t=3\text{сек}$ ); кА	20
Ток электродинамической стойкости, кА	51
Собственное время включения выключателя, С	0,1
Коммутационная износостойкость выключателя при номинальном токе, циклы ВО	5*10
Время отключения выключателя с приводом, С, не более	0,04
Номинальное напряжение электромагнитного привода выключателя, В	~220
Мощность сторонних потребителей, питаемых от трансформатора собственных нужд, кВт, не более	10
Изоляция	Нормальная по ГОСТ 1516.1-76
Исполнение высоковольтного ввода и вывода	Ввод - воздушный; Вывод - кабельный
Степень защиты от воздействия окружающей среды	1Р43 по ГОСТ 14254
Воздействие механических факторов внешней среды	Группа М18 по ГОСТ 17516
<b>Габаритные размеры, мм</b>	
высота	2004 ... 2880
с мачтой высота	4205 ... 4295
с мачтой и санями высота	4595
ширина	1000 ... 1450
глубина	1260 ... 1350
<b>Масса, кг, не более</b>	
без мачты и саней	1150
с мачтой и санями	2120

# Устройство и работа изделия и его основных частей

Конструктивно **ячейка ЯКУ-1-КН** состоит из кабины и мачты. На мачте установлены проходные изоляторы и разрядники. Кабина представляет собой металлическую оболочку, защищенную от проникновения внутрь твердых тел, пыли, дождя, снега.

Для удобства и безопасности эксплуатации ячейки кабина разделена на четыре отсека:

- - отсек управления и контроля;
- - отсек разъединителей;
- - отсек выключателя
- - отсек трансформатора собственных нужд.

Кабина имеет три двери: передняя двухстворчатая – для обслуживания отсека управления и две задние – для обслуживания отсека выключателя и отсека ТСН.

Для удобства подъема обслуживающего персонала к проходным изоляторам, установленным на мачте, предусмотрена складная лестница. В сложенном положении лестница представляет собой металлическую планку, расположенную на внешней стенке кабины. Для исключения возможности пользования лестницы посторонними лицами, внутри кабины предусмотрена блокировка, доступ к которой имеет только обслуживающий персонал.

**Ячейка ЯКУ-1** установлена на санях которые обеспечивают устойчивость при транспортировке по территории разреза, (сани поставляются заказчику по специальной заявке).

## Отсек управления и контроля

В отсеке расположены приводы управления разъединителями и заземляющими ножами, релейная панель управления, схема компоновки релейной панели представлена на рис.4, автоматический выключатель и кнопочный пост управления контакторами питания внешней нагрузки и обогрева, а также кнопки непосредственного управления вакуумным выключателем. Панель собственных нужд, на которой расположены выключатели освещения, питания, кнопка проверки реле утечки и розетка на ~220В. На панели, отделяющей отсек управления от отсека разъединителей, имеются окна для визуального наблюдения за положением разъединителей и заземляющих ножей.

## Отсек разъединителей

В отсеке размещены трехфазный и двухфазный разъединители типа РВФЗ-10/630 с соответствующими узлами блокировок.

Узлы блокировок осуществляют следующие виды блокировок:

- блокировку открывания двери в отсек выключателя при отключенных заземляющих ножах трехфазного разъединителя и двери в отсек трансформатора собственных нужд при отключенных заземляющих ножах двухфазного разъединителя
- блокировку отключения заземляющих ножей трехфазного и двухфазного разъединителей при открытых дверях соответственно отсеков выключателя и трансформатора собственных нужд;
- блокировку любых операций с трехфазным разъединителем при включенном выключателе.

## Отсек выключателя

В отсеке выключателя размещены: два трансформатора тока типа ТОЛ-10-200/5 или ТОЛ-10-400/5, выключатель вакуумный типа ВВТ-10-20/630, трансформатор напряжения НАМИ-10 или НАМИ-6 в этом же отсеке размещен трансформатор тока нулевой последовательности ТЗЛМ-1.

## Отсек трансформатора собственных нужд

В отсеке размещен однофазный трансформатор ОМП-10/6-0.23 кВ мощностью 10кВа и предохранитель типа ПКЭ-6.

## Описание схемы ячейки ЯКУ-1

Напряжение 6-10кВ подводится к ячейке от ЛЭП 6-10кВ карьерной распределительной сети. Подключение осуществляется неизолированными подводами непосредственно к проходным изоляторам, находящимся на мачте **ЯКУ-1-КН**. Здесь же располагаются и разрядники FV-2 FV-4, которые предназначены для защиты электрооборудования шкафа от перенапряжений. Далее напряжение при помощи изолированных перемычек\* располагаемых внутри мачты, подается на трехфазный QS2 и двухфазный QS1 разъединители, которые предназначены для отделения электрооборудования шкафа от источника напряжения и наложения заземления. От нижних губок разъединителя QS2 через трансформаторы тока Та и Тс, которые служат для подключения схем защиты, измерения и учета, через вакуумные камеры выключателя SQ, напряжение поступает к потребителю, а от нижних губок разъединителя QS1, через предохранитель FU к трансформатору собственных нужд Т2 на вторичной обмотке которого установлен пробивной предохранитель. К вторичной обмотке 230В трансформатора собственных нужд подключен автоматический выключатель SF1, выполняющий функции защитного коммутационного аппарата всех потребителей нагрузки и через магнитный пускатель КМ - внешние нагрузки и обогрев шкафа. В качестве собственных нагрузок сети 220В являются цепи включения вакуумного выключателя, трансформатор питания Т4 лампы освещения отсеков Е1, Е2, Е3.

Трансформатор напряжения НАМИ-6 (Т3) предназначен для питания схем защиты и учета.

Трансформатор тока нулевой последовательности Т6 типа ТЗЛМ-1 служит для подключения токовых цепей защиты от замыканий на «землю».

## Принцип работы схемы вспомогательных цепей ЯКУ-1-КН.

Схема выполняет следующие основные функции:

- Изолированные перемычки предоставляет эксплуатирующая организация.
  - защиты электрооборудования и кабельных линий при аварийных режимах;
  - измерения тока и напряжения;
  - учета расхода электроэнергии;
  - управления встроенным выключателем;
  - сигнализации положения выключателя и сигнализации об аварийных и ненормальных режимах;
  - внутреннего освещения;
  - обогрева шкафа.
- Схема осуществляет следующие виды защиты:
  - максимальная токовая защита;

- защита от замыканий на «землю»;
- защита минимального напряжения;
- защита при обрыве заземляющей жилы отходящего кабеля;
- защита внешней сети, обогрева и освещения напряжением 220В от утечек тока на землю.

Защита от замыканий на землю выполнена с помощью реле F2 (РТЗ-51), токовая обмотка которой подключена к трансформатору тока нулевой последовательности Т6 (ТЗЛМ-1). Для исключения ложных срабатываний защиты при перегрузках защита имеет блокировку по напряжению нулевой последовательности на реле F3 (РН-53/60Д), включенном в цепь вторичных обмоток трансформатора напряжения ТЗ (НАМИ-6) соединенных по схеме «открытый треугольник».

При возникновении однофазного короткого замыкания на «землю» в сети одновременно срабатывает реле F2 (РТЗ-51) и F3 (РН-53/60Д) и, замыкая свои контакты, подают напряжение на промежуточное реле К1 (РП-25). Срабатывая, реле К1 создает цепь отключения выключателя SQ (BBT-10-20/630). При этом выпадает блинкер указательного реле КН1 (РЭУ-11) и загорается сигнальная лампочка НЗ.

Максимальная токовая защита выполнена по двухрелейной схеме на реле КА-1 и КА-2 (РТ-40/10), подсоединенных к вторичной обмоткам трансформаторов тока Та и Тс (ТОЛ-10).

При срабатывании одного из реле создается цепь отключения выключателя и загорается сигнальная лампочка Н1.

Защита минимального напряжения выполнена по двухрелейной схеме на реле F4 и F5 (РН-54/160), включенных в цепь вторичных обмоток трансформатора напряжений ТЗ. При понижении или исчезновении напряжения создается цепь отключения выключателя SQ.

Отключением выключателя S9 защита может быть выведена из действия.

Защита при обрыве заземляющей жилы кабеля БКЗЖ.

В соответствии с требованиями п.1.1.8 РД 05-334-99 «Нормы безопасности на электроустановки угольных разрезов и требования по их безопасной эксплуатации» ячейки, используемые на разрезах с отходящими кабелями должны оснащаться защитой, отключающей кабель при обрыве в нем заземляющей жилы. Защита выполнена на реле КАЗ (РТ- 40), подключенного ко вторичной обмотке трансформатора Т5 (ОСМ- 0,18).

При обрыве заземляющей жилы, реле КЗ теряет питание и создает цепь отключения выключателя. При этом выпадает блинкер указательного реле КН-2. Резистор R1 служит для термокомпенсации реле в длительном режиме. Пробивной предохранитель FV1 ограничивает перенапряжение в этой цепи.

Измерение первичного тока в ЯКУ-1-КН осуществляется с помощью А (Э8030) подключением к трансформаторам тока.

Измерение межфазного первичного напряжения осуществляется вольтметром V(Э377), подключенным к трансформаторам напряжения.

Учет расхода активной энергии осуществляется счетчиком РЈ (САЗУ-М681) или (САЗУ-И670М) питающимся от измерительных трансформаторов тока и напряжения.

Автоматический выключатель SF6 (АП-50-3МТ) служит для коммутации и защиты цепей трансформатора напряжений.

Кнопка S3 предназначена для опробования работоспособности защиты от замыкания на «землю».

Перед опробованием необходимо установить реле F3 (РН- 53/60Д) на первый диапазон уставок (15-30В).

При нажатии кнопки подается напряжение от трансформатора Т5 на обмотку F3, а также возникает ток в проводах, пропущенных через окна трансформатора Т6.

Резистор R - токоограничивающий.

При исправной защите нажатие кнопки S3 отключает вакуумный выключатель.

Автоматический выключатель SF1 выполняет функции защитного коммутационного аппарата всех потребителей внешней нагрузки и цепей питания вакуумного выключателя. Дистанционное управление выключателем может быть обеспечено параллельным подключением кнопок S4 и S5.

При местном управлении можно включить вакуумный выключатель нажатием кнопки S5 и отключить нажатием кнопки S4, предварительно включить выключатель «питание» на панели собственных нужд.

Сигнальные лампочки Н1, Н2, Н3 сигнализируют:

- желтая Н3 – об аварийном выключении вакуумного выключателя или отключении автоматического выключателя S F1;
- красная Н1 – о включенном положении выключателя;
- зеленая Н2 – об отключенном положении выключателя.

Включение ламп освещения Е1...Е3, отсеков осуществляется переключателем «Освещение» расположенным на панели собственных нужд (ПСН).

Включение внешних цепей и обогрева кабины осуществляется нажатием кнопки «Вкл», кнопочного поста КП, при этом включается магнитный пускатель КМ и переключателем S11 включается обогрев кабины. Отключение питания внешних цепей и обогрева кабины осуществляется нажатием кнопки «Откл.».

## Порядок установки и подготовки ячейки к работе

Монтаж и наладка ячейки **ЯКУ-1** должны производиться при наличии полного комплекта технической документации.

К монтажу и наладке ячейки **ЯКУ-1** допускается персонал, имеющий техническую подготовку в соответствии с требованиями, оговоренными в разделе 6 настоящего руководства.

Сборка ячейки в условиях электромастерских ( после доставки на разрез), заключается в следующем:

- установка мачты на ячейку и подключение шин к изоляторам верхних губок разъединителя выключателя. Между мачтой и кабиной должна быть помещена прокладка.
- установка кабины с мачтой на сани. Если сани изготавливаются в условиях разреза, их размеры должны соответствовать рис.1. Жесткость саней должна быть такой,

чтобы при поднятии за консоль одного полоза на высоту 300мм они не деформировались.

Перевозка ячейки к месту установки на разрезе осуществляется, как правило, бульдозером. При этом, во избежании разбалансировки разъединителей выключателя и трансформатора они должны находиться во включенном положении.

Площадка под установку ячейки должна быть горизонтальной, при необходимости спланированной бульдозером. **Ячейка ЯКУ-1** устанавливается в створе воздушной линии, либо сбоку от нее.

При установке ячейки категорически запрещается ее подталкивание бульдозером путем опирания ножом непосредственно на корпус ячейки.

После установки ячейки на место подключения, необходимо произвести тщательный визуальный осмотр электрооборудования, изоляторов, ошиновки и проводки в отсеках выключателя и трансформатора. Проверить работу блокировки дверей с заземляющими ножами разъединителей.

При обнаружении каких либо неисправностей их необходимо устранить до подключения ячейки к ВЛ 6кВ.

Подключить магистральный заземляющий провод к заземляющему болту на санях. Кроме того, сани присоединить к местным заземлителям .

Провести **испытание ЯКУ-1** в соответствии с ПУЭ (глава 1-8), в том числе:

- измерение сопротивления изоляции;
- испытание повышенным напряжением промышленной частоты.

Подать напряжение 220В от постороннего источника на схему **ячейки ЯКУ-1** на выводы 68, 69, и проверить в соответствии с разделом 1.3. работоспособность цепей управления, защиты и контроля.

Срабатывание защит имитируется замыканием соответствующих контактов реле.

Не рекомендуется включать при опробовании схемы автоматический выключатель SF1, так как при этом на первичных обмотках трансформатора ОМП-10/6 появляется высокое напряжение.

Измерить сопротивление заземления ячейки переносным измерителем заземления.

Если сопротивление заземления ячейки не превышает 4 Ом можно приступить непосредственно к подключению ячейки к проводам ВЛ 6кВ.

Перед подключением проводов ВЛ 6кВ к проходным изоляторам ячейки необходимо отключить разъединители трансформатора собственных нужд и выключателя и включить заземляющие ножи. Автомат SF1 должен находиться в положении «Выключено».

Провода ВЛ 6 кВ подключаются к проходным изоляторам с соблюдением организационно-технических мероприятий по Технике безопасности при работах в электроустановках напряжением выше 1000В.

После завершения работ по подключению к ячейки проводов ВЛ-6кВ до подключения экскаваторного кабеля необходимо опробовать ячейку под напряжением.

Для этого выполняются следующие операции:

- убедиться в том, что задние двери ячейки закрыты и заблокированы, т.е., при отключенных заземляющих ножах разъединителей открыть дверки посредством ручек нельзя;
- включить разъединители выключателя и трансформатора собственных нужд. При включении разъединителя трансформатора собственных нужд должно быть слышно гудение трансформатора;
- включить автоматический выключатель SF1. На панели собственных нужд переключатель «Питание» перевести в положение «вкл.»

Включить вакуумный выключатель нажатием на черную кнопку расположенную на панели управления. При этом должна загореться красная лампочка Н1 сигнализирующая о включенном положении вакуумного выключателя.

Провести проверку работоспособности цепей управления, защиты и освещения.

Проверить исправность реле утечки в цепях 220В (освещения, обогрева и внешней нагрузки).

Для этого, необходимо включить пускатель КМ нажатием кнопки «вкл.», а затем нажать кнопку « Проверка», размещенную на панели собственных нужд. При исправном реле утечки должен отключиться пускатель.

## Техническое обслуживание

Техническое обслуживание комплектующего ячейку электрооборудования (вакуумного выключателя, трансформатора собственных нужд, разъединителей и предохранителя) производится в объеме и нормах оговоренных инструкциями заводов-изготовителей комплектующей аппаратуры.

Учет количества отключенных токов КЗ необходимо производить только при установке ячейки в местах, в которых токи трехфазного КЗ превышают 20кА. При более низких токах КЗ специального учета числа их отключений не требуется, т. к. примененный в ячейке выключатель имеет высокий коммутационный ресурс, обеспечивающий работу камер в течении 20 и более лет.

При необходимости производства ремонтных работ в отсеке разъединителей следует:

- отключить напряжение с питающей ячейку линии 6 кВ;
- проверить отсутствие напряжения и наложить закоротки на проходные изоляторы на мачте;
- отвернуть болты крепления защитных щитов со смотровыми окнами и снять их;
- для поддержания работы ячейки в рабочем состоянии необходимо периодически при снятом напряжении с ячейки удалять пыль с комплектующего электрооборудования, изоляторов шин и т. д.

## Меры безопасности при эксплуатации ячейки

К эксплуатации **ЯКУ-1** может быть допущен персонал, имеющий квалификационную группу по электробезопасности не ниже 3 (выше 1000В) и изучивший настоящее руководство по эксплуатации.



При монтаже, испытании и эксплуатации ячейки **ЯКУ-1** следует соблюдать "Правила техники безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом».

При необходимости осмотра или ремонта ячейки **ЯКУ-1** со снятием перегородки между отсеком управления и контроля и отсеком разъединителей необходимо наложить переносные заземлители на проходные изоляторы, предварительно отключив напряжение на подводящей ВЛ и проверив отсутствие напряжения.

При работах в отсеке выключателя необходимо выполнить следующие технические мероприятия по безопасности:

- отключить вакуумный выключатель;
- отключить разъединитель выключателя;
- включить заземляющие ножи на разъединителе;
- проверить отсутствие напряжения на шинах, отходящих от выключателя и подходящих к выключателю;
- на шины, отходящие от выключателя, наложить переносную закоротку.

При работах в отсеке трансформатора собственных нужд необходимо:

- отключить автоматический выключатель QF1;
- отключить разъединитель трансформатора;
- включить заземляющие ножи на разъединителе;
- проверить отсутствие напряжения на шинах, подходящих к стороне высшего напряжения трансформатора до предохранителя и после предохранителя.

При проверке **ЯКУ-1** с подачей напряжения 220В от постороннего источника необходимо отсоединить провода, подключенные к вторичной обмотке ТСН, для исключения обратной трансформации.

В процессе эксплуатации ячейки **ЗАПРЕЩАЕТСЯ**:

- эксплуатация ячейки с неисправными блокировками дверей;
- производить ремонтные работы низковольтной аппаратуры **ЯКУ-1** без отключения напряжения 220В;
- **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ.** При наличии напряжения на линии на верхних неподвижных контактах разъединителей напряжение остается даже при отключенных заземляющих ножах разъединителей.

Архангельск (8182)63-90-72  
Астана (7172)727-132  
Астрахань (8512)99-46-04  
Барнаул (3852)73-04-60  
Белгород (4722)40-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89

Иваново (4932)77-34-06  
Ижевск (3412)26-03-58  
Казань (843)206-01-48  
Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81

Киргизия (996)312-96-26-47

Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41  
Нижегород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Омск (3812)21-46-40  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16

Казахстан (772)734-952-31

Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78  
Севастополь (8692)22-31-93  
Симферополь (3652)67-13-56  
Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13

Таджикистан (992)427-82-92-69

Сургут (3462)77-98-35  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Хабаровск (4212)92-98-04  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93