

Электрооборудование карьеров

**Особенности электроснабжения карьеров
(разрезов).**

Электроснабжение карьеров (разрезов) имеет ряд особенностей, обусловленных технологией ведения горных работ и специфическими условиями эксплуатации электрооборудования и электрических сетей. К этим особенностям относятся:

1. Работа на открытом воздухе;

Электрооборудование карьеров

- 2. Значительная площадь, большая глубина и уступная форма разработок;
- 3. Рассредоточенность оборудования по всей территории карьера и глубине разработок;
- 4. Систематическое перемещение фронта работ;
- 5. Широкое ведение взрывных работ;
- 6. Применение мощных электрифицированных горных машин, комплексов и железнодорожного транспорта;
- 7. Сезонность нагрузки, обусловленная применением системы отработки уступов способом гидромеханизации (при наличии).

Электрооборудование карьеров

- **Электрооборудование и сети** на карьерах круглый год работают на открытом воздухе и подвергаются воздействию: атмосферных осадков; резких колебаний температуры окружающей среды; запыленности; содержащихся в воздухе паров химических веществ и реагентов.
- Площадь современных карьеров может составлять более 10 км², а глубина разработок – 500 м и более. На таких карьерах (разрезах) разработки ведутся одновременно на многих уступах, число которых в зависимости от глубины разработок и типов применяемых экскаваторов может составлять до 40-50. Рассредоточение горных машин и механизмов по всему фронту работ, как по площади, так и по глубине разработок, усложняет систему распределительных электрических сетей.

Электрооборудование карьеров. Подстанции

- Для подвода электроэнергии к экскаваторам и другим горным машинам сооружаются разветвленные воздушные и кабельные линии, а также значительное число подстанций и приключательных пунктов. Трассы воздушных и кабельных линий могут проходить как в продольном, так и в поперечном (секущем) направлении обрабатываемых уступов.
- Применяемые на карьерах электроустановки имеют нормальное не рудничное исполнение и оборудование.
- **Передвижные трансформаторные подстанции (ПТП) и приключательные пункты (ПП), а также электрооборудование**

Электрооборудование карьеров

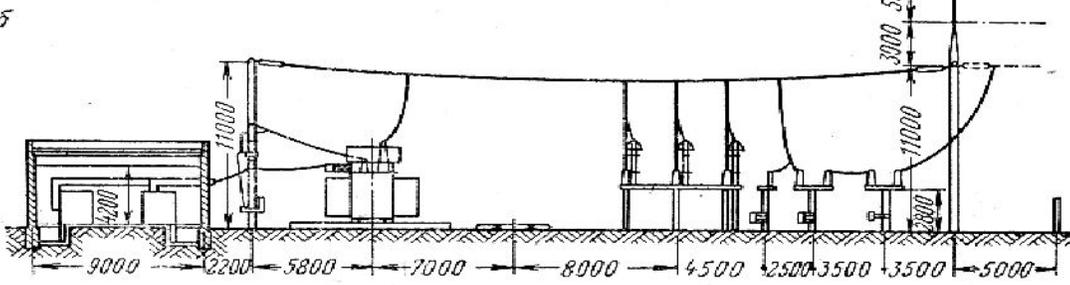
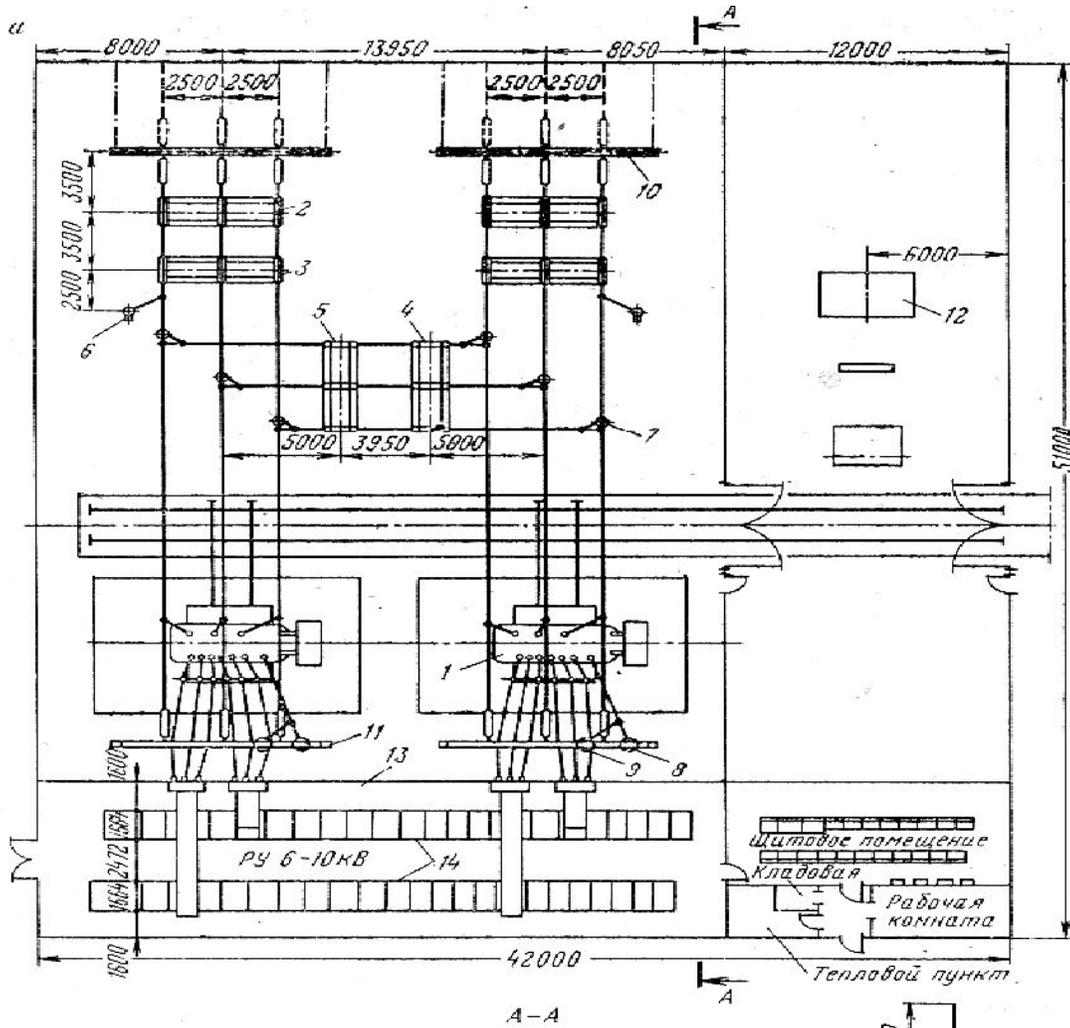
- экскаваторов и других горных и транспортных машин должно надежно работать в условиях тряски, толчков и вибрации, обладать повышенной механической и электрической прочностью и быть устойчивыми к частым передвижкам, взрывной волне и ударам комьев породы, иметь достаточные уплотнения, препятствующие попаданию внутрь оболочек пыли и влаги. Все электрооборудование карьера должно иметь конструкции, схему и специальные блокировки и защиты, обеспечивающие полную безопасность обслуживающего персонала.

Электрооборудование карьеров

- **Главные понизительные подстанции (ГПП).**
- ГПП карьеров проектируются в зависимости от климатических условий района расположения подстанции. Так, для районов Крайнего Севера приемлемы ЗРУ напряжением 35-110/6 (10) кВ и ЗРУ-6 (10) кВ, для остальных районов -распределительные устройства напряжением 35 кВ и выше сооружаются открытыми. РУ-6 (10) кВ при наличии КРУН в исполнении, соответствующем условиям, должны быть открытыми, а при отсутствии необходимого электрооборудования РУ-6 (10) кВ –закрытыми.
- На действующих карьерах (разрезах) находятся в эксплуатации

План (а) и разрез (б) ГПП с двумя трансформаторами напряжением 110/6 (10)кВ

- 1 – трансформатор ТРДН-25000/110;
- 2 – разъединитель РНД (З)-110/630;
- 3, 4, 5 – отделители ОД-110 М/630;
- 6 – короткозамыкатель КЗ-110М;
- 7 – разрядник РВС-110;
- 8 – заземлитель ЗОН-110МП;
- 9 – разрядник РВС 35+ РВС 15;
- 10 – линейный портал;
- 11 – трансформаторный портал;
- 12 – ремонтная площадка;
- 13 – закрытая часть подстанции;
- 14 – КРУ2-6-10Э

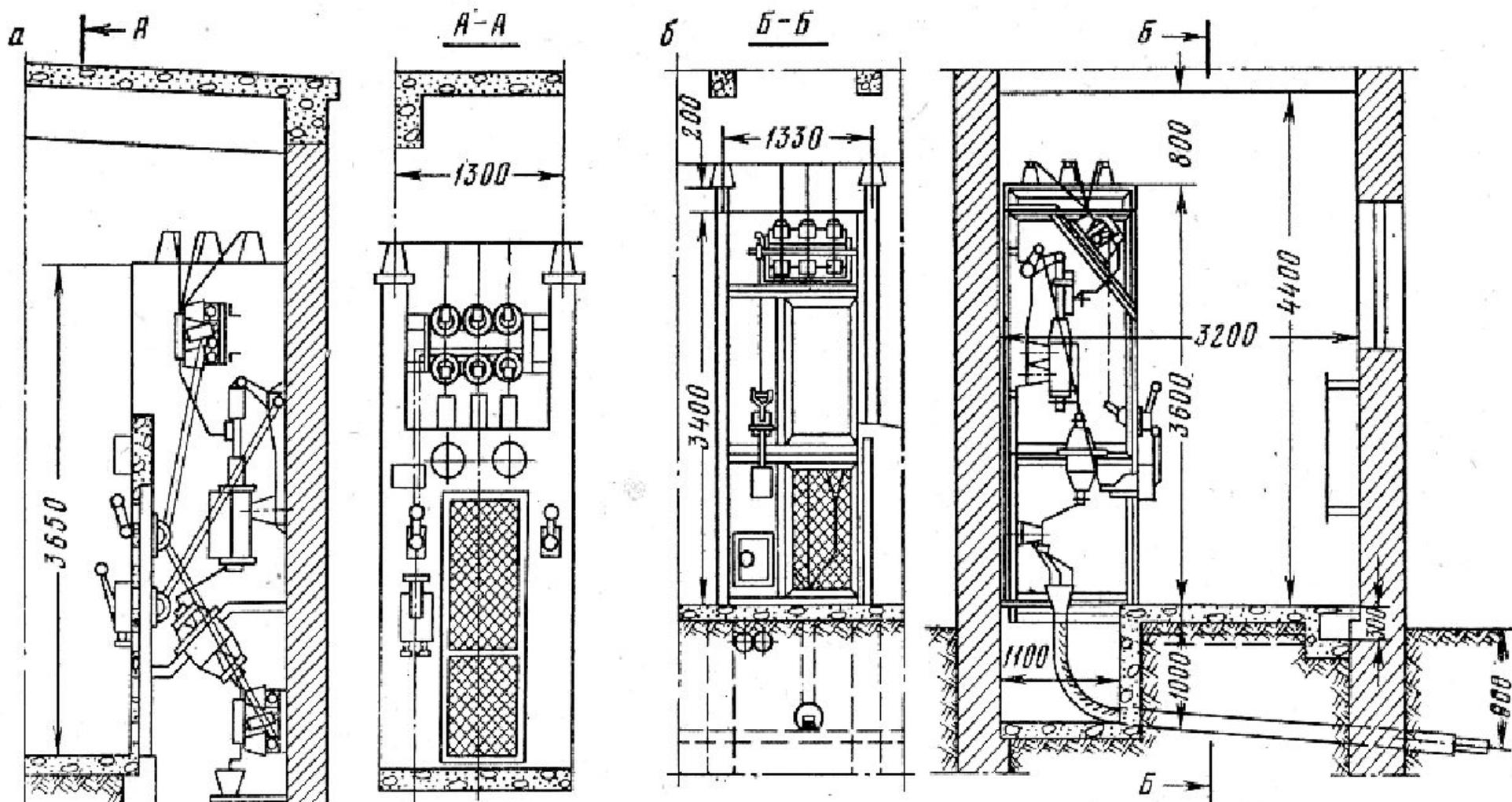


Электрооборудование карьеров

- ГПП с закрытыми распределительными устройствами **ЗРУ-6(10) кВ**, выключатели которых установлены во взрывных камерах с выходящими наружу дверями.
- Применяются также ЗРУ-6 кВ ГПП, строительная конструкция ячеек 6 кВ которых выполнена открытой в сторону коридора обслуживания. Между ячейками сооружены кирпичные или бетонные стенки. В камерах таких ячеек установлены малообъемные масляные или вакуумные выключатели. На слайде ниже показан разрез ячейки ЗРУ-6 кВ, скомплектованной из шкафов типа КСО. В целях ускорения и удешевления строительства и монтажа ЗРУ-6 (10) кВ применяют комплектные распределительные устройства типа **КСО, КСД и КРУ**. Здания

Электрооборудование карьеров

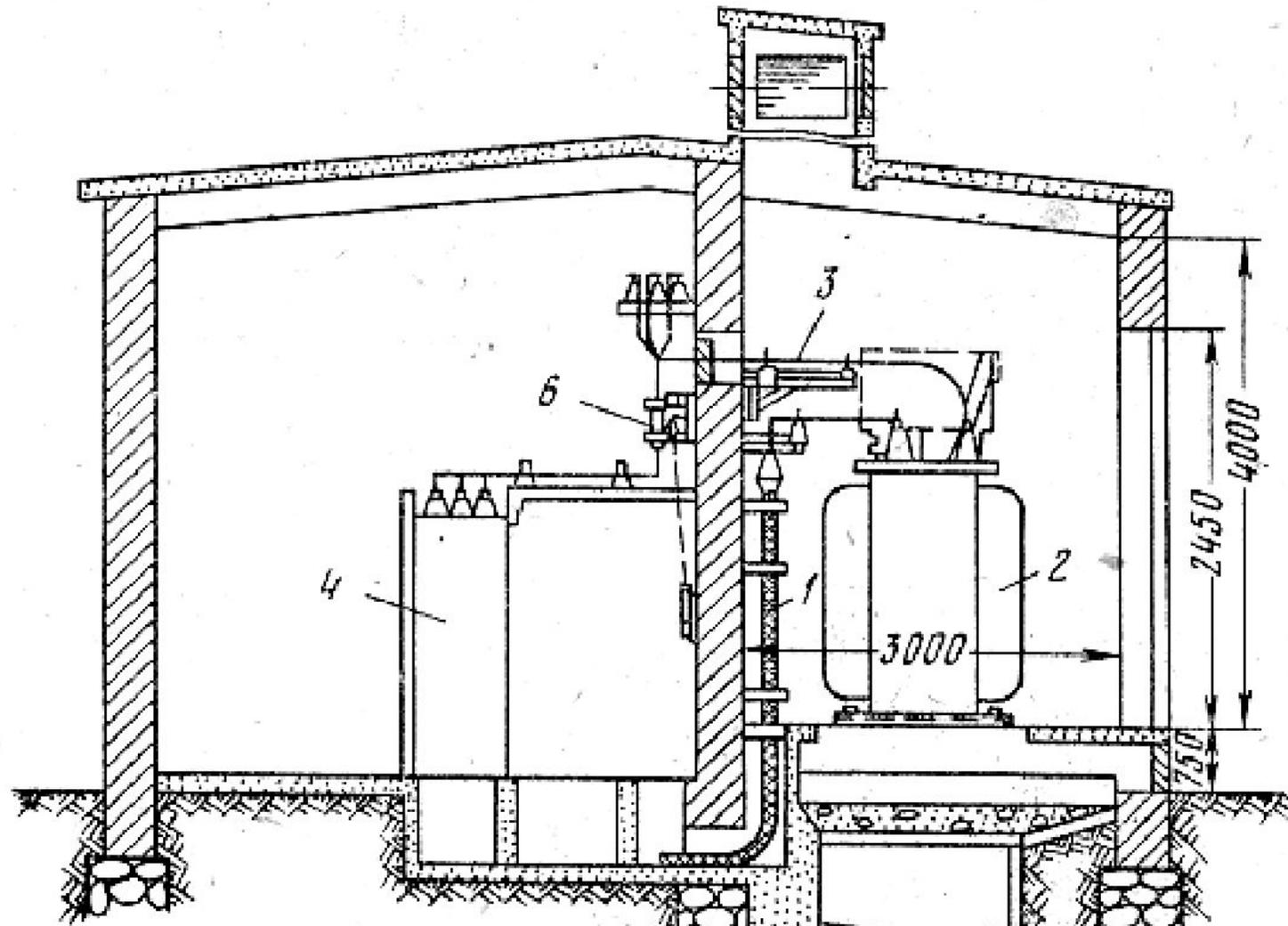
- таких ЗРУ-6 (10) кВ служат для защиты оборудования от атмосферных осадков.
- В настоящее время широко применяют ГПП с открытыми РУ-6 (10) кВ. Такие ОРУ-6(10) кВ комплектуются шкафами наружной установки (КРУН или КРН).
- **Стационарные подстанции напряжением 6/0,4-0,23 кВ**
- Кроме ГПП на карьерах (разрезах) сооружаются стационарные подстанции напряжением 6/0,66-0,4 кВ для электроснабжения отдельных цехов и объектов поверхности, а также РП-6 кВ.



Конструкция закрытого распределительного устройства
 а – разрез ячейки РУ-6 кВ с железобетонными
 перегородками; б – разрез ячейки РУ-6 кВ типа КСО

Электрооборудование карьеров. Подстанции

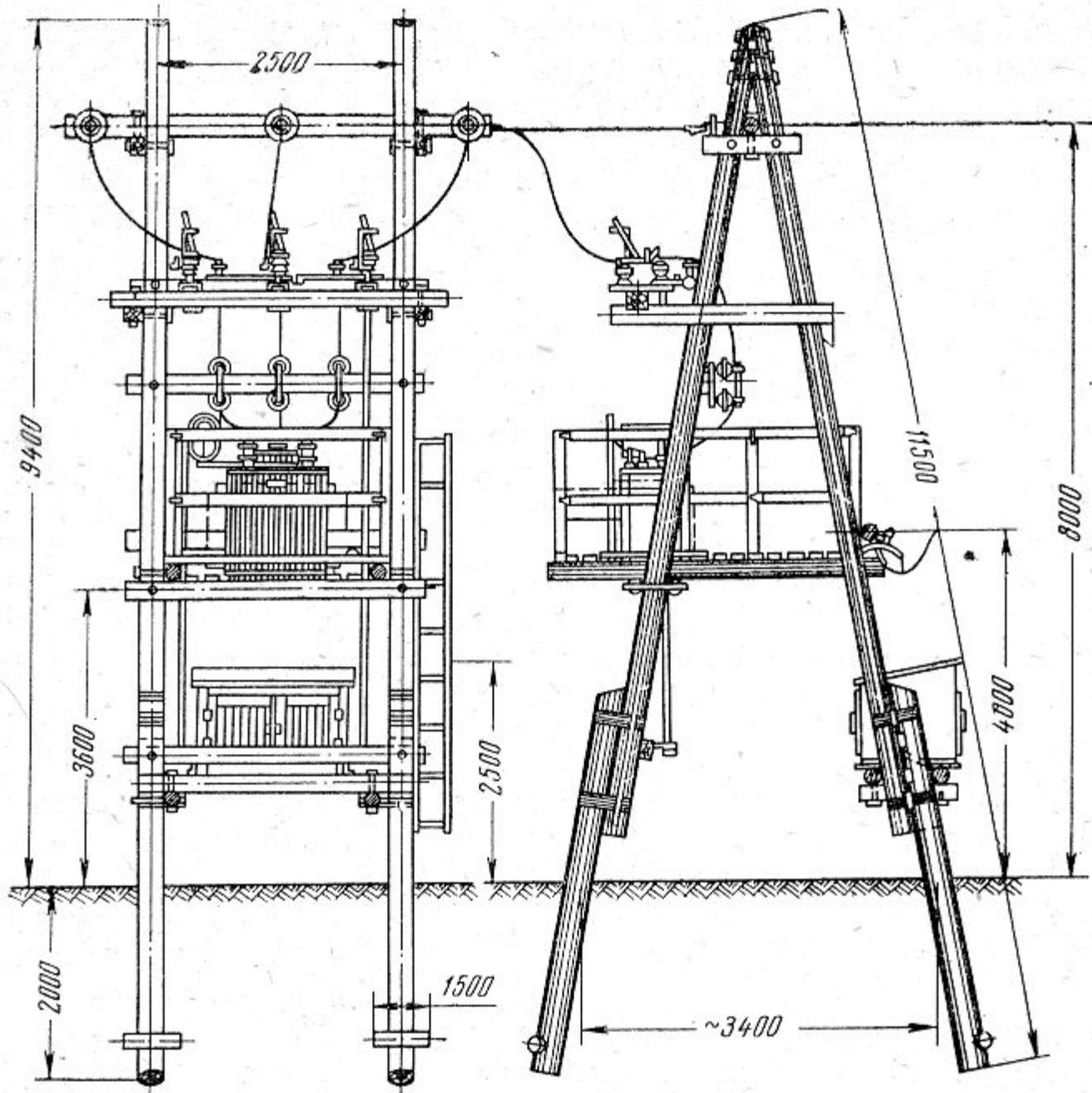
- Здания закрытых подстанций сооружаются отдельно стоящими, а также в блоке с другими зданиями (сортировок, подъемных установок, компрессорных, административно - бытовых комбинатов и т.д.).
- В настоящее время широко применяют ГПП с открытыми РУ-6 (10) кВ. Такие ОРУ-6(10) кВ комплектуются шкафами наружной установки (КРУН или КРН).
- **Стационарные подстанции напряжением 6/0,4-0,23 кВ**
- Кроме ГПП на карьерах (разрезах) сооружаются стационарные подстанции напряжением 6/0,66-0,4 кВ для электроснабжения отдельных цехов и объектов поверхности, а также РП-6 кВ.



Поперечный разрез камеры силового трансформатора и распределительного щита напряжением до 1000 В: 1 – высоковольтный кабель; 2- силовой трансформатор; 3 – шины; 4 – распределительный щит; 5 – маслосборник; 6 – разъединитель.

Электрооборудование карьеров

- В закрытых стационарных подстанциях трансформаторы устанавливают в специальных камерах, двери которых должны открываться наружу.
- Мачтовые подстанции напряжением 6/0,4 кВ с трансформатором мощностью до 400 кВА. Такие подстанции применяют для электроснабжения отдельных удаленных объектов электроприемниками небольшой мощности (складов, скважин, шурфов водоснабжения, дренажа, отвалов пустых пород небольших карьеров и т.д.).
- **Передвижные комплектные трансформаторные подстанции (ПКТП).**



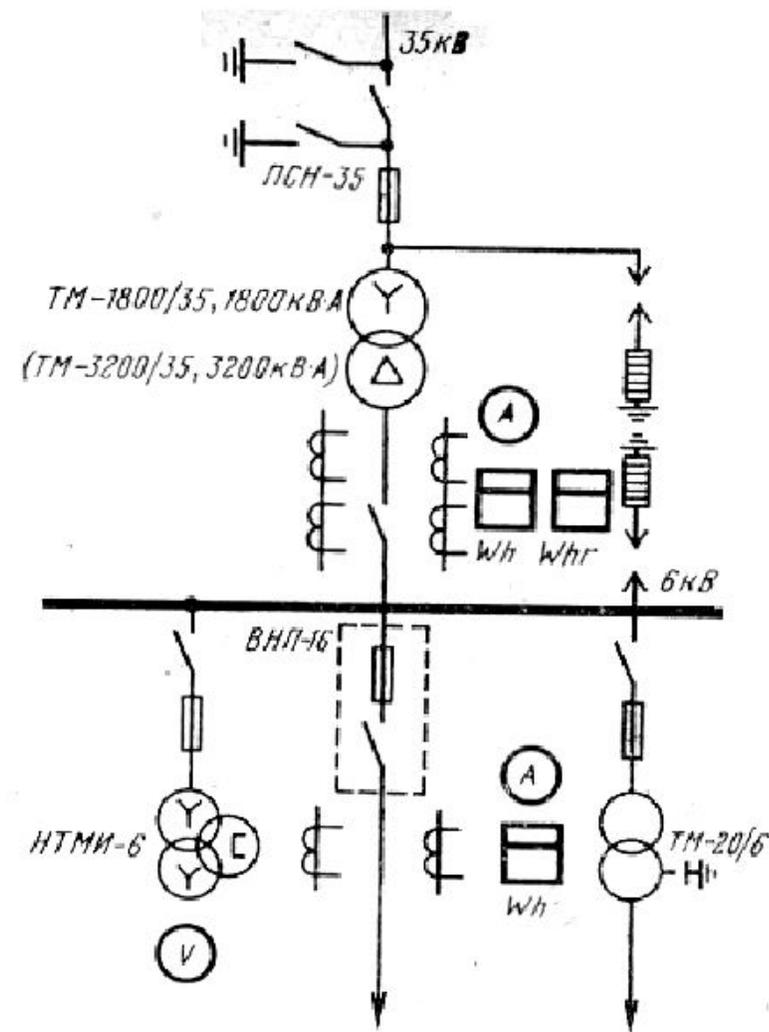
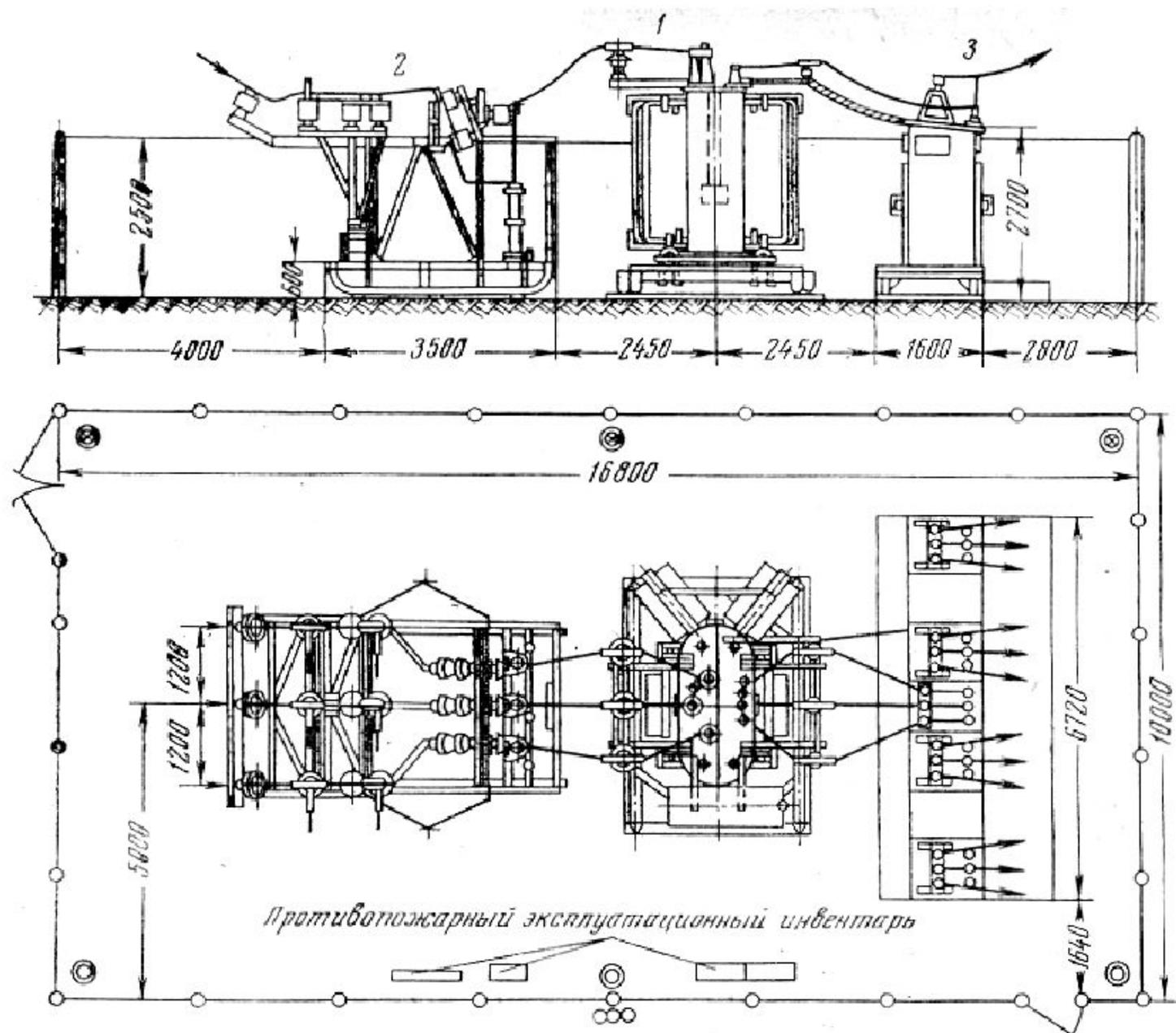
**Мачтовая подстанция
напряжением 6/0,4 кВ с
трансформатором
мощностью до 400 кВА
на АП-образной опоре.**

Электрооборудование карьеров. Подстанции

- На карьерах широкое применение нашли передвижные подстанции 35-110/6(10) кВ. **Сборно -разборные комплектные трансформаторные подстанции СКТП 1600 - 4000 и СКТП 6300-10000** с трансформаторами мощностью 1600-10000 кВА напряжением 35 кВ могут быть использованы как стационарные ГПП для электроснабжения всех установок карьера, так и участковые – для электроснабжения мощных экскаваторов. Такие подстанции можно располагать у рабочего борта карьера и передвигать вдоль ВЛ 35 кВ в зависимости от перемещения мощных экскаваторов, а на глубоких карьерах (разрезах) – непосредственно на уступах, на небольшом расстоянии от

Электрооборудование карьеров. Подстанции

- экскаваторов.
- Подстанции типа СКТП состоят из трех комплектных, легко передвижных блоков, смонтированных на полозьях. Блоки РУ-35 кВ, РУ-6 кВ и трансформаторы мощностью 1600 кВА перевозятся без разборки. Блоки трансформаторов мощностью 4000 кВА и более при транспортировке разбираются.
- На подстанциях типа СКТП устанавливается один трансформатор мощностью от 1600 до 10000 кВА. На вводе 35 кВ установлены:
 - 1. Для трансформатора мощностью 1600-4000 кВА – предохранители ПСН-35;
 - 2. Для трансформатора мощностью 6300-10000 кВА – масляный, вакуумный или элегазовый выключатель.



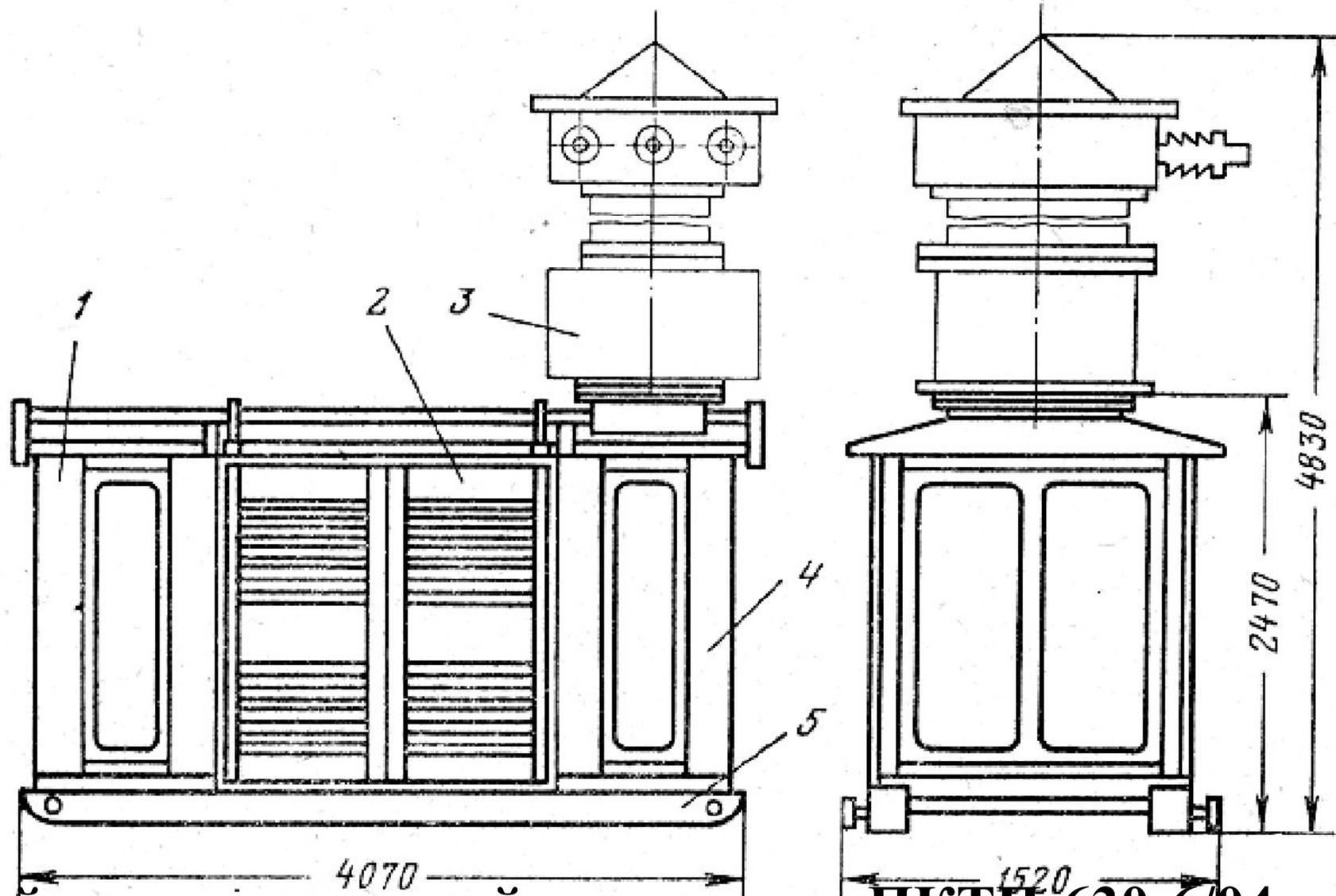
Подстанция типа СКТП с трансформатором мощностью от 1600 кВА.

Электрооборудование карьеров. Подстанции

- Линейный разъединитель РЛН-35 принят без заземляющих ножей для возможности соединения подстанции отпайкой с действующей ЛЭП-35 кВ.
- Система шин 6 кВ – одинарная. РУ-6 кВ состоит из комплектных высоковольтных ячеек КРН-10 наружной установки. К сборным шинам 6 кВ может быть присоединено четыре-шесть фидеров. Для питания освещения подстанции, цепей местной сигнализации, электрических приборов и других мелких потребителей на подстанции установлен трансформатор ТМ-25/6/0,4/0,23.

Электрооборудование карьеров. Подстанции

- Передвижные подстанции (ПКТП) напряжением 6,0/0,69-0,4 кВ предназначены для питания горных машин и механизмов с электродвигателями сравнительно небольшой мощности, напряжением 220-660 В (буровых станков, забойных и сборных ленточных конвейеров, передвижных компрессоров, насосов участкового водоотлива, освещения и т.д.). ПКТП изготавливают открытыми и закрытыми, с воздушным и кабельным вводами.
- Каркас ПКТП-6/0,69-0,4, изготавливаемый из стали, разделен на три части:
 - 1. Камера трансформатора.



Общий вид передвижной подстанции ПКТП-630-6/04.

1 – камера распределительного устройства; 2 – камера силового трансформатора; 3 – блок воздушного ввод оборудования напряжением 6 кВ; 4-камера РУВН; 5 – рама.

Электрооборудование карьеров. Подстанции

- 2. Шкаф высоковольтного (в/в) оборудования;
- 3. Шкаф низковольтного (н/в) оборудования.
- Для облегчения перемещения по территории карьера (разреза) ПКТП монтируют на металлических полозьях. В камере высокого напряжения устанавливают разъединитель или выключатель нагрузки и предохранители ПК-6 для защиты трансформатора. Для защиты трансформатора от перенапряжения в шкафу высокого напряжения (ВН) ПКТП монтируют вентильные разрядники типа РВП-6 или ОПН, а также на вводной опоре ЛЭП-6 кВ трубчатые разрядники типа РТВ-6.

Электрооборудование карьеров. Подстанции

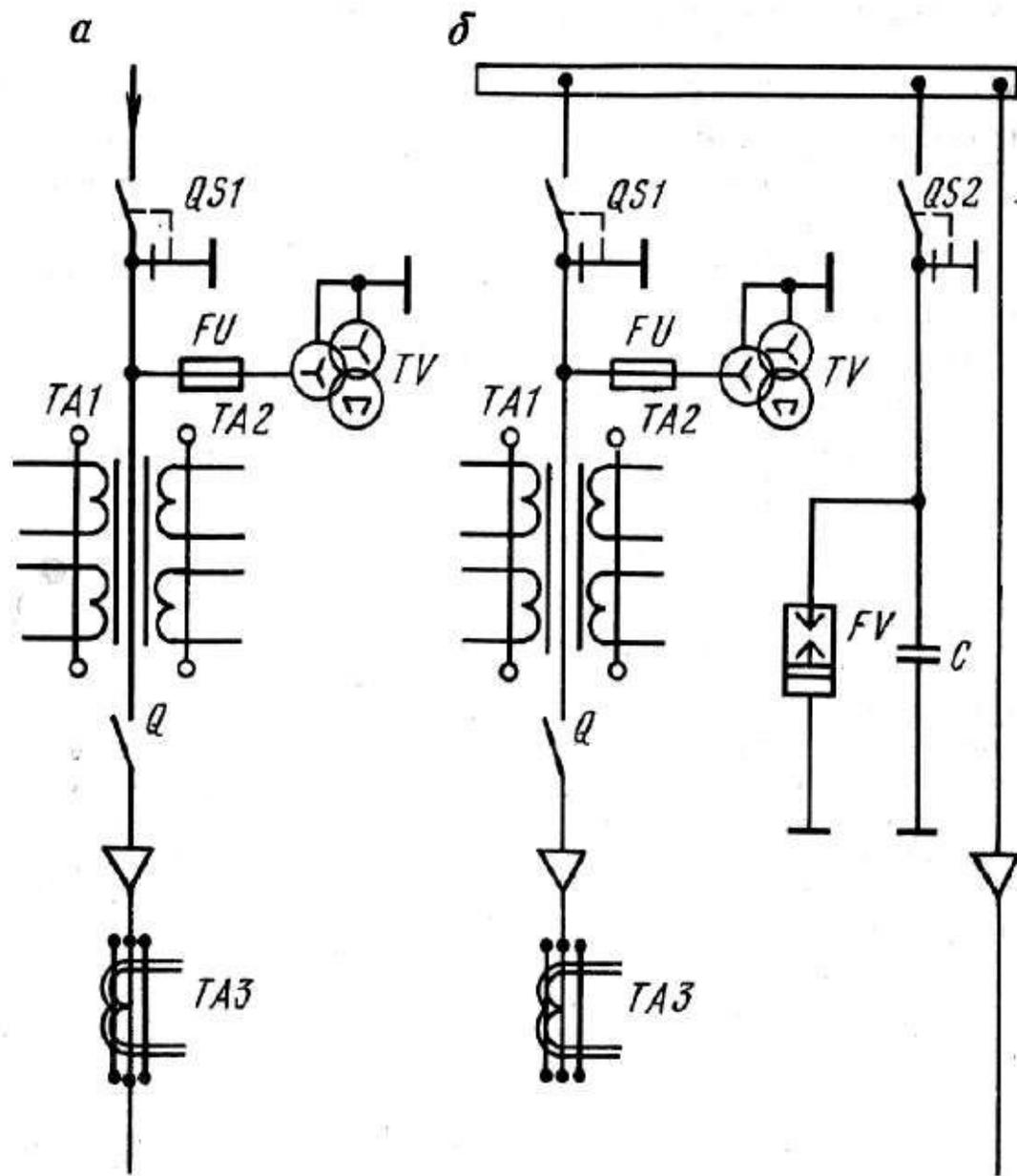
- В шкафу низкого напряжения (НН) устанавливают автоматический выключатель для подсоединения шин к трансформатору, реле утечки (например УАКИ-380) для защиты от замыканий на корпус («землю») и контроль за состоянием изоляции в низковольтных сетях, рубильники с предохранителями или автоматические выключатели для отходящих линий, а также трансформаторы типа ОСВУ, ТС на 220 В.
- **Одиночные приключательные пункты**
- Приключательные пункты применяются для подключения одиночных электроприемников 6 (10) кВ (экскаваторов, КТП и т.д) по виду применяемых выключателей выпускаются в двух исполнениях:

Электрооборудование карьеров. Подстанции

- 1. С масляным выключателем;
- 2. С вакуумным выключателем.
- Приключательные пункты (ПП) с масляными выключателями по способу управления выпускаются исполнения I с пружинным приводом ПП-67 (**ЯКНО (ячейка карьерная наружного исполнения отходящих присоединений) -6ЭП, ЯКНО-10ЭП**) и исполнения II с ручным приводом ПРБА (привод ручной, блокировка автоматическая) типа ЯКНО-6ЭР, ЯКНО-10ЭР или ЯКНО-10У1.
- Приключательные пункты (ПП) ЯКНО-6ЭП и ЯКНО-10ЭП исполнения I имеют воздушный ввод и кабельный вывод,

Электрооборудование карьеров. Подстанции

- а исполнения II – с кабельным вводом на сборные шины и кабельным выводом. Кроме того, ПП исполнения II оборудованы средствами защиты от перенапряжений.
- Шкаф ПП разделен перегородками на три отсека:
 - 1. Отсек линейного разъединителя – в нем установлены сам разъединитель и проходные изоляторы;
 - 2. Отсек масляного выключателя – трансформаторы тока и напряжения, масляный выключатель, трансформатор нулевой последовательности, в/в предохранители, механизмы блокировок;



Однолинейная электрическая схема приключательного пункта ЯКНО-10У1

а – исполнение I; б – исполнение II;

QS1, QS2 – разъединитель РВФЗ; FU – предохранитель ПКТН; TV – трансформатор напряжения НТМИ; ТА1, ТА2 – трансформаторы тока ТПЛМ-10 (ТПОЛ-10); С – конденсаторы КС; FV – разрядник; Q – выключатель ВМП-10К; ТА3 – трансформатор нулевой последовательности ТНП-2

Электрооборудование карьеров. Подстанции

- **Техническая характеристика ПП типа ЯКНО.**
- 1. Номинальное напряжение, кВ - 6 или 10
- 2. Номинальный ток, А - 630
- 3. Номинальный ток отключения, кА - 20
- 4. Ток термической стойкости, кА - 20
- 5. Ток электродинамической стойкости, кА - 51
- 6. Мощность отключения, МВА:
- при ручном приводе выключателя - 150
- при пружинном приводе выключателя - 350

Электрооборудование карьеров. Подстанции

- 7. Номинальный ток срабатывания защиты от замыканий на землю, А - 1-5
- 8. Напряжение срабатывания разрядников (для исполнения II), кВ:
 - при 6 кВ - 15-18
 - при 10 кВ - 25-30
- 9. Обслуживание - двустороннее
- 10. Исполнение - IP54
- 11. Вводы и выходы: исполнение I - ввод воздушный, вывод кабельный
исполнение II - ввод и вывод кабельные

Электрооборудование карьеров. Подстанции

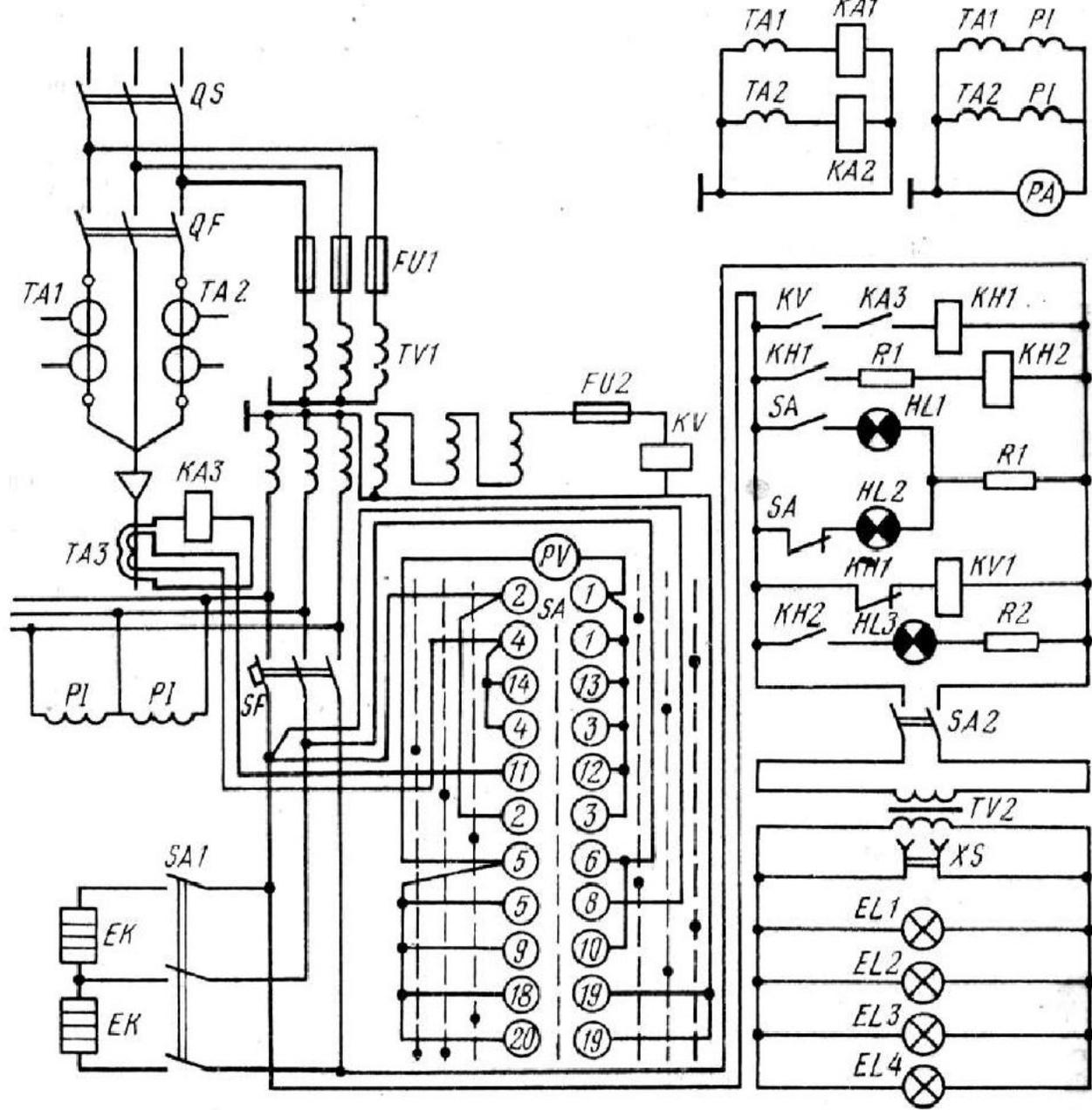
- 3. Отсек управления – приводы разъединителя и масляного выключателя, блок защиты, аппаратура измерения, контроля и сигнализация.
- Доступ во все отсеки закрыт запирающимися дверями. Отсек разъединителя кроме двери имеет сетчатое ограждение. Дверь отсека масляного выключателя снабжена блокировкой, не допускающей ее открывания при включенном разъединителе. Соответствующие блокировки имеются между приводами масляного выключателя и разъединителя, а также между приводами основных и заземляющих ножей линейного разъединителя.



**Внешний вид
приключательного
пункта ЯКНО-10У1**

Электрооборудование карьеров. Подстанции

- Аппаратура обеспечивает максимальную токовую защиту, защиту от однофазных замыканий на землю и минимальную защиту.
- Максимальная токовая защита мгновенного действия выполнена с помощью токовых реле КА1 и КА2 (схема на слайде ниже), встроенных в привод масляного выключателя. Защита от однофазных замыканий на землю осуществляется трансформатором нулевой последовательности ТА3 типа ТНП-2 и реле максимального тока КА3. При возникновении на защищаемом участке однофазного замыкания на землю до вторичной обмотке ТА3 появляется ток, при достаточном значении которого срабатывает реле КА3.



Принципиальная схема приключательного пункта ЯКНО-10У1

Электрооборудование карьеров. Подстанции

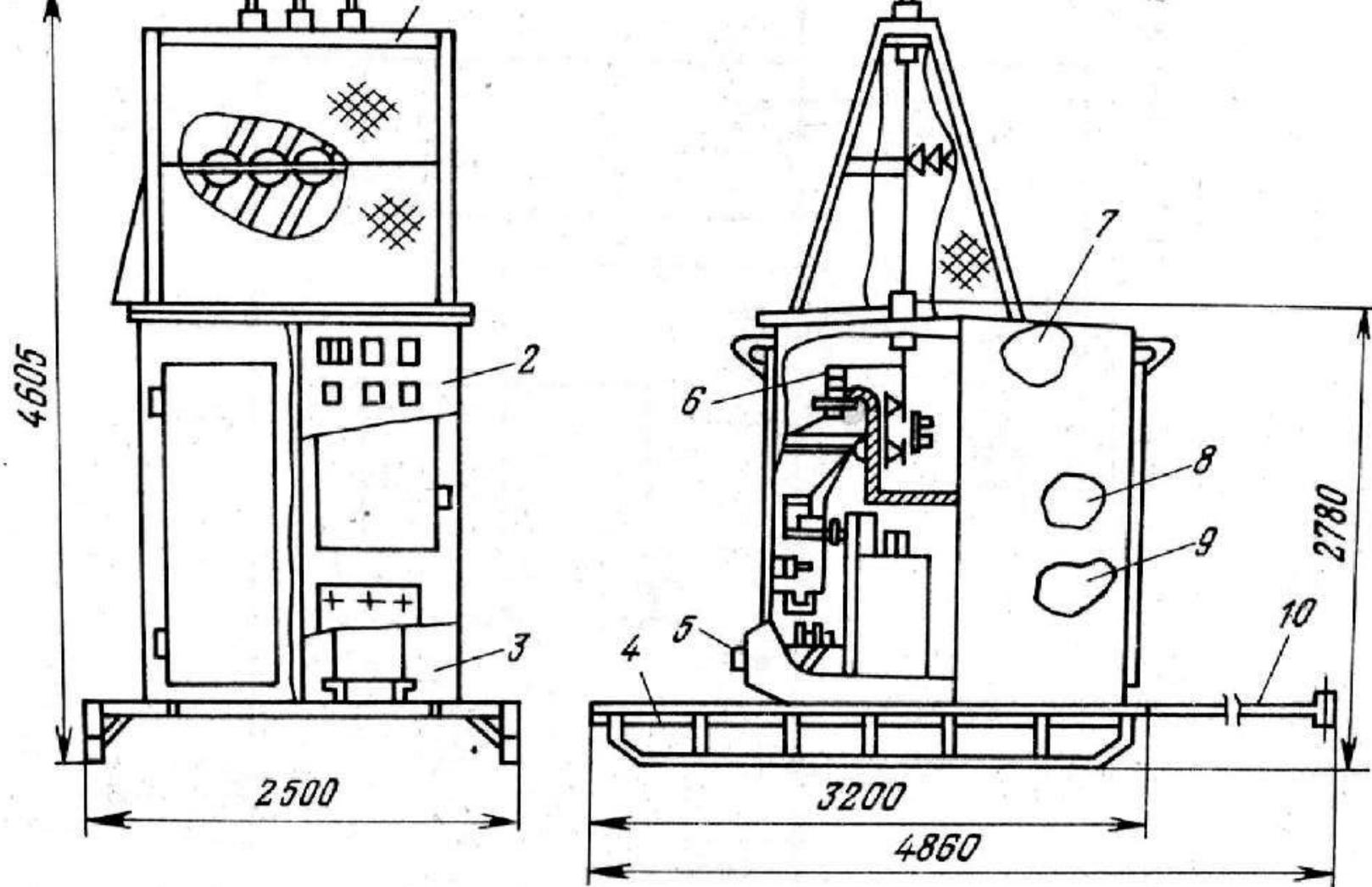
- Одновременно срабатывает реле KV, питающееся от трансформатора напряжения TVI типа НТМИ и осуществляющее блокирование защиты по напряжению нулевой последовательности. При срабатывании реле КАЗ и KV питание поступает на промежуточное реле КН1, которое подает напряжение на электромагнит отключения привода выключателя и на сигнальное реле КН2.
- Минимальная защита осуществляется при помощи реле напряжения KV1, встроенного в привод выключателя.
- Сигнализация осуществляется сигнальными лампами:
- 1. О включении масляного выключателя НЦ1

Электрооборудование карьеров. Подстанции

- 2. Об оперативном отключении масляного выключателя HL2
- 3. Об аварийном отключении масляного выключателя HL3
- Нагрузка контролируется по щитовому амперметру PA, фазные и линейные напряжения, а также состояние изоляции в отходящем кабеле – при помощи вольтметра PV и переключателя SA. Оперативные цепи ПП питаются от трансформатора напряжения TVI.
- **Приключательные пункты с вакуумным выключателем.**
- В настоящее время освоено производство одиночных ПП серии КРУПП с вакуумным выключателем для мощных карьерных

Электрооборудование карьеров. Подстанции

- электропотребителей. Эти ПП выпускаются в следующих типоразмерах:
 - 1. На салазках – КРУПП-1-6/630ХЛ1, КРУПП-1-10/630ХЛ1, КРУПП-1-6/630У1, КРУПП-1-10/630У1;
 - 2. На стационарной раме – КРУПП-2-6/630ХЛ1, КРУПП-2-10/630У1.
- ПП серии КРУПП предназначены для подключения, питания и защиты электрооборудования мощных карьерных электропотребителей в распределительных сетях трехфазного переменного тока частотой 50 Гц, напряжением 6 и 10 кВ.



Приключательный пункт серии КРУПШ на салазках
1 – мачта, 2 – релейный отсек, 3 – отсек трансформатора собственных нужд, 4 – салазки, 5 – сальник, 6 – отсек вентильных разрядников, 7 – отсек разъединителя, 8 – отсек вакуумного выключателя, 9 – тамбур, 10 – прицепное устройство

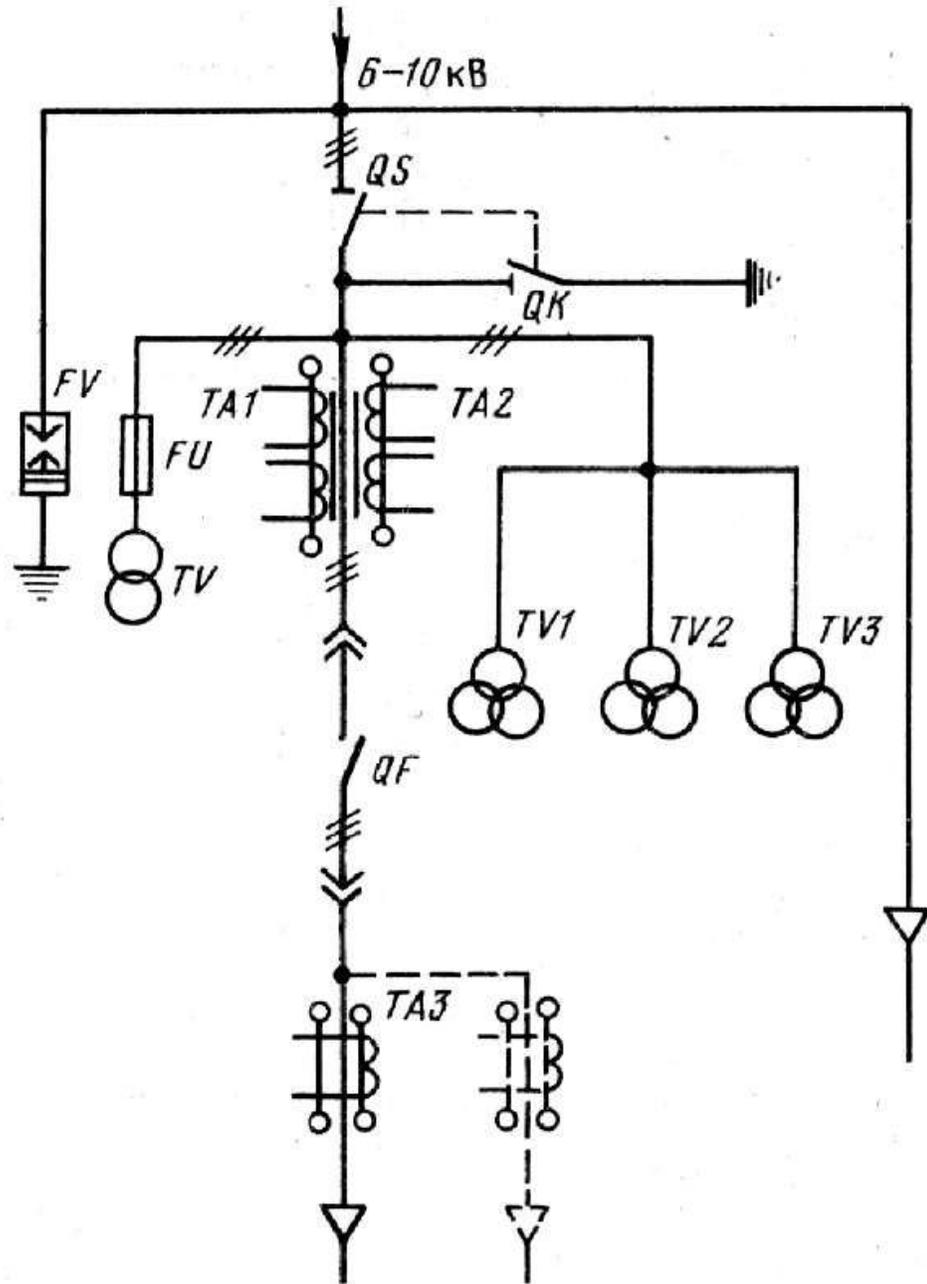
- **Техническая характеристика ПП серии КРУПП**

- 1. Номинальное напряжение, кВ - 6 и 10
- 2. Номинальный ток, А - 630
- 3. Номинальный ток отключения выключателя, кА - 20
- 4. Номинальный ток электродинамической стойкости, кА - 51
- 5. Номинальный ток термической стойкости для времени 4 - 20 кА

Электрооборудование карьеров. Подстанции

- 7. Время отключения выключателя с приводом, с 0,05 -
- 8. Высоковольтный выключатель - вакуумный
- 9. Привод выключателя встроенный электромагнитный.
- 10. Ввод высокого напряжения воздушный или кабельный.
- Приключательные пункты представляют собой блок с аппаратурой, состоящий из двух шкафов, установленных на салазках или раме (слайд ниже). Шкафы разделены на отсеки:

1. Трансформаторы собственных нужд (ТСН)



**Однолинейная электрическая
схема приключательного пункта
КРУШ-1-6 (10)/630**

Электрооборудование карьеров. Подстанции

- 3. Разъединителя;
- 4. Выключателя.
- С фасада на салазках или раме монтируется тамбур. При использовании воздушного ввода на блоке с аппаратурой и тамбуре устанавливают мачту. Кабельный ввод и вывод осуществляются через сальник. ПП на салазках оснащен прицепным устройством, позволяющим разворачивать и толкать его при установке на месте эксплуатации, а также передвигаться в карьере.