

## ЛЕКЦИЯ 4

### ПОДЗЕМНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ И ПОДСТАНЦИИ

#### 4.1 Общие сведения

Канализация электрической энергии в подземных выработках осуществляется по кабельным линиям. Шахтные кабели по конструктивным признакам можно разделить на бронированные для стационарной и реже полустационарной прокладки в разных выработках шахт; полугибкие для питания редко передвигаемых электроустановок; гибкие для питания передвижных машин и механизмов; гибкие и особенно гибкие для питания ручных и колонковых электросверл, самоходных вагонов, а также разного электроинструмента.

В угольных шахтах допускаются к применению только кабели с медными жилами в свинцовой оболочке с защитными покрытиями, которые не распространяют горение. Кабели общепромышленного назначения могут быть использованы только по согласованию с Макеевским научно-исследовательским институтом по безопасности работ в горной промышленности (МакНИИ).

Для распределения электрической энергии в подземных выработках при напряжении 6 кВ, управления подземными ЭП, защите от аварийных режимов работы сетей и электроустановок угольных шахт применяются комплектные распределительные устройства (КРУ). Они предназначены также для комплектования подземных подстанций и высоковольтных распределительных пунктов. КРУ изготавливаются с уровнем взрывозащиты РВ (или РН) с ручным и дистанционным управлением.

#### 4.2 Шахтные кабели

##### 4.2.1 Бронированные кабели

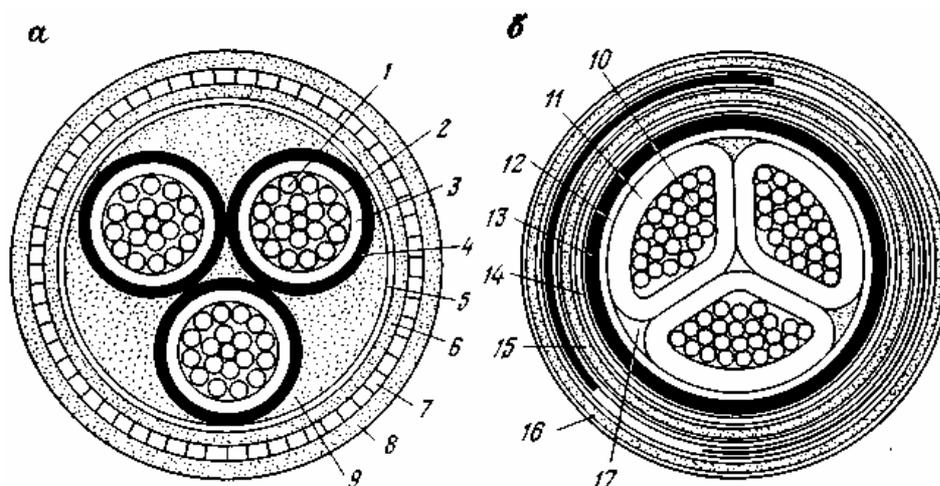
Бронированные кабели для прокладки по вертикальным и наклонным выработкам должны быть высоконадежны и безопасны в эксплуатации, особенно кабели, прокладываемые по стволам. Капезж, падающие куски угля и породы в стволе, вибрация, происходящая вследствие движения скипов и клетей, разъедают и разрушают кабель. Неправильное крепление кабеля в стволе приводит к перегрузке за счет собственного веса, достигающей большой величины при значительной глубине ствола.

Особо следует отметить стекание жидкой изоляционной пропитки бумажной изоляции в процессе работы кабеля, приводящее к ухудшению состояния изоляции кабеля, увеличению внутреннего давления в нижней его части, в результате чего появляются трещины в оболочке. Поэтому ствольные кабели должны иметь прочную броню, предохраняющую токоведущие жилы и их изоляцию от механических повреждений; не должны допускать стекания пропиточной массы; должны быть виброустойчивы и устойчивы против сырости, разъедания и окисления.

Наиболее полно указанным требованиям удовлетворяют применяемые в настоящее время для прокладки по вертикальным выработкам кабели ЦСКН, ЦСБШв, ЦСБн, ЦСПл, ЦСПл, ЦСПн, ЦСПШв (рис.23).

Обычно кабель состоит из трех медных жил (круглого или секторного сечения), каждая из которых покрыта бумажной изоляцией, пропитанной нестекающим составом на основе церезина. Жилы сечением 6–50 мм<sup>2</sup> выполняются однопроволочными, а больших сечений – многопроволочными. Для повышения механической прочности жилы

скручиваются между собой, покрываются общей поясной изоляцией из пропитанной бумаги, поверх которой накладывается свинцовая оболочка, предохраняющая токоведущие жилы и их изоляцию от воздействия внешней среды. В свою очередь, свинцовая оболочка кабеля армируется стальными оцинкованными проволоками, предохраняющими кабель от механических повреждений и растягивающих усилий.



**Рис.23. Кабели для вертикальной прокладки на напряжение 6 кВ (а) и 1 кВ (б):**  
**1 – медная жила; 2 – экран из полупроводящей бумаги; 3 – изоляция; 4 – свинцовая оболочка; 5 – тканевая лента; 6 – кабельная пряжа; 7 – броня из плоских стальных проволок; 8 – наружный покров из кабельной пряжи; 9 – заполнение из кабельной пряжи; 10 – жила медная секторного сечения; 11 – изоляция жил; 12 – поясная изоляция; 13 – свинцовая оболочка; 14, 15 – кабельная бумага и пряжа; 16 – наружный покров из кабельной пряжи; 17 – межфазное заполнение из бумаги.**

Для прокладки в наклонных и горизонтальных выработках применяются бронированные кабели со свинцовой оболочкой, армированные двумя стальными плоскими лентами, типов СБн, СБШв (свинцовая оболочка, бронированный стальными плоскими лентами, негорючий) или СПШв (то же, но бронированный плоскими оцинкованными стальными проволоками, поверх – поливинилхлоридный шланг). Отсутствие буквы А в начале маркировки кабеля указывает на то, что жилы медные, буквы Б и П – вид брони (Б – в виде двух стальных лент, П – в виде плоских оцинкованных проволок). Значение каждой буквы в маркировке кабелей приводятся в справочной литературе [7–9].

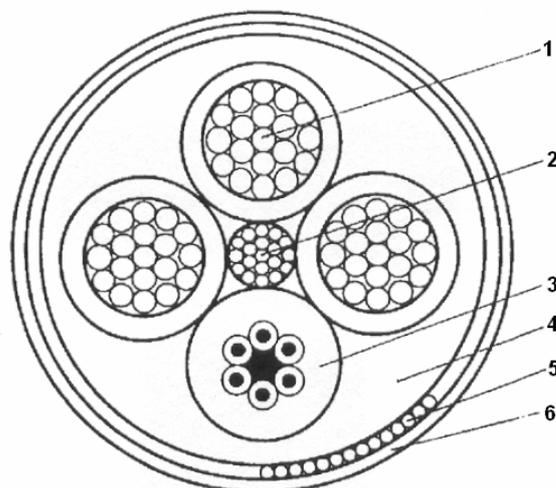
Каждая медная жила изолируется несколькими слоями пропитанной минеральным маслом бумаги, а все вместе покрываются общей поясной изоляцией из такой же бумаги. Для предохранения изоляции от повреждения, проникновения внутрь влаги и окисления используется свинцовая оболочка, поверх которой накладывается броня из плоских оцинкованных проволок или ленты. Для предохранения брони от коррозии применяют джутовую оплетку или поливинилхлоридный шланг.

В наклонных выработках с углом наклона до  $45^\circ$  прокладываются кабели с обедненно насыщенной изоляцией. В марках этих кабелей добавляется буква В, например СБлн-В. Эти кабели с броней, выполненной плоскими стальными оцинкованными проволоками, можно применять и для прокладки в вертикальных стволах при глубине до 200 м, например, кабель СПлн-В.

Для питания передвижных участков трансформаторов подстанций и распределительных пунктов напряжением до 1140 В используются полугибкие кабели ЭВТ (рис.24). Изготавливаются четырех- и восьмижильные кабели на 6 кВ с сечением основных жил 16, 25 и 35 мм<sup>2</sup>, заземляющей жилы – 10 мм<sup>2</sup> и вспомогательных жил – 4 мм<sup>2</sup> (только

у восьмижильных кабелей). Для питания РПП напряжением 660 В выпускаются кабели с сечением основных жил 16 – 95 мм<sup>2</sup>.

Поскольку АО "Камкабель" не обеспечивает в полной мере угольную промышленность Украины кабелями ЭВТ, то специалисты завода "Донбаскабель", МакНИИ и ДонНТУ разработали силовой гибкий экранированный бронированный кабель на напряжение 1140 В, предназначенный для присоединения к ПУПП и РПП участков. Кабель разработан в двух вариантах по степени гибкости : КГЭБШ – гибкий экранированный бронированный шахтный и КЭБШ (тоже, но не гибкий). Изготавливаются четырех- и десятижильные с сечением силовых жил 35–120 мм<sup>2</sup> (рис.24).



**Рис.24. Конструкция бронированного гибкого кабеля марки КГЭБШ**

Кабель КГЭБШ состоит из трех гибких силовых жил 1 с резиновой изоляцией, сверху которых наложены экраны из электропроводной резины РЭ-2, шести вспомогательных жил с резиновой изоляцией, укрепляющего сердечника и общего экрана, скрученных вокруг неизолированной заземляющей жилы 2. Поверх общей скрутки делается обложка 4 из резины, не распространяющей горение, потом бронепокрывтие 5 из латунируемого металлокорда, и все это помещается в защитный резиновый шланг 6.

Кабель КЭБШ менее гибок, чем кабель КГЭБШ. Конструктивно он отличается в основном тем, что бронепокрывтие выполнено стальными оцинкованными проволоками или стальным канатом.

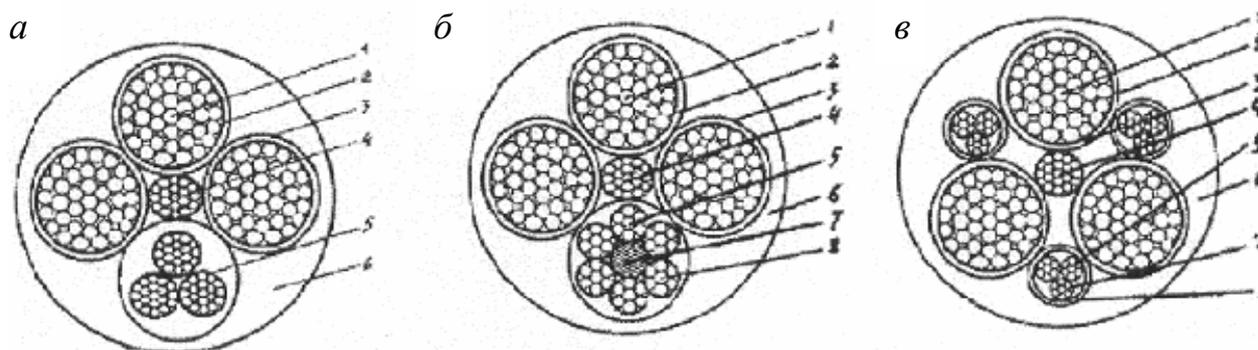
Бронированные кабели обладают чрезмерной жесткостью, у них отсутствуют заземляющая жила (а иногда и вспомогательные), что является существенным недостатком при эксплуатации, поэтому для электроснабжения передвижных ЭП используются гибкие кабели.

#### *4.2.2 Гибкие и особогибкие кабели*

Для питания и управления передвижными машинами и механизмами в угольных шахтах широко применяются силовые кабели КГЭШ в четырех- и семижильном исполнении (гибкий экранированный шахтный) на напряжение до 1140 В с сечением силовых жил от 4 до 95 мм<sup>2</sup>, жилы заземления 10 мм<sup>2</sup>, вспомогательных жил до 2,5 мм<sup>2</sup>.

Кабель КГЭШ (рис.25, а) в семижильном исполнении имеет три основных жилы, три вспомогательные и одну жилу заземления. Четырехжильные кабели не имеют вспомогательных жил. Основные жилы 1 и вспомогательные 5 скручены и изолированы резиной. Поверх изоляции основных жил наложен экран 3 из электропроводной резины.

Основные и вспомогательные жилы скручены вокруг неизолированной заземляющей жилы 4. Поверх общего скручивания наложена резиновая оболочка 6.



**Рис.25. Конструкция гибких экранированных кабелей марок КГЭШ (а) и КГЭШУ (б, в): 1 – основная жила; 2 – изоляция основной жилы; 3 – экран основной жилы; 4 – жила заземления; 5 – вспомогательная жила; 6 – оболочка кабеля; 7 – сердечник для крепления вспомогательных жил; 8 – экран вспомогательных жил.**

Кроме кабелей КГЭШ, выпускаются кабели повышенной теплостойкости и токовой нагрузки КГЭШТ, которые имеют в основном такую же конструкцию.

Для электроснабжения комплексов большой мощности разработан кабель КГЭШУ с сечением жил от 50 до 95 мм<sup>2</sup>. От кабеля КГЭШ он отличается тем, что вместо трех вспомогательных жил предусмотрены шесть, семь или девять жил, у него сниженное сопротивление экранов, повышенная прочность оболочки, а также поверх группы вспомогательных жил наложен электропроводный экран. Конструкция кабеля КГЭШУ с шестью и девятью вспомогательными жилами приведена на рис.25, б и в.

Для электроснабжения добывающих и проходческих комплексов на крутых пластах, опасных по внезапным выбросам, разработан кабель КГВЭУШ. Кабель состоит из шести основных, пяти вспомогательных и жилы заземления. Изоляция кабеля – поливинилхлоридная. Для укрепления кабеля используются стальные канатики или металлокорд, а также сердечник, применяется сниженное сопротивление экранов (не более 150 Ом). Благодаря этому может быть применена быстродействующая защита. Кабели изготавливаются с сечением силовых жил от 6 до 50 мм<sup>2</sup> на напряжение 660 В.

Особогибкие кабели с резиновой изоляцией (КОГЭШ) применяются для присоединения ручных и колонковых электросверл к сети напряжением до 220 В, а кабели с ПВХ изоляцией (КОГВЭШ) – к сети 660 В. Эти кабели имеют три основных жилы, одну вспомогательную, покрытую изоляцией из резины или поливинилхлоридного пластика, и одну неизолированную заземляющую жилу. На основные и вспомогательные жилы наложен экран из электропроводной резины (КОГЭШ) или графитополимерный (КОГВЭШ). Все жилы скручены вокруг сердечника, покрыты синтетической пленкой, резиновой или из поливинилхлоридного пластика оболочкой.

Кабели гибкие шахтные КГШ применяются в цепях управления, защиты, блокировки и сигнализации. Изготавливаются они с сечением жил 1,5 мм<sup>2</sup> в количестве от 6 до 36. Их изоляция и оболочка выполнены из поливинилхлоридного пластика.

#### 4.2.3 Прокладка кабелей в подземных выработках

Прокладка кабелей в подземных условиях должна производиться в соответствии с ПТЭ угольных шахт. В подземных выработках и стволах шахт независимо от категорий-

ности по газу или пыли согласно ПБ запрещается применение кабелей различного назначения с алюминиевыми жилами или в алюминиевой оболочке. В шахтах, разрабатывающих пласты, опасные по внезапным выбросам угля или газа, силовые кабели рекомендуется прокладывать в выработках со свежей струей воздуха. В вентиляционных выработках с исходящей струей допускается прокладка кабелей при условии, что электроснабжение подземных электроустановок обеспечивается по схеме обособленного питания, наличия защиты от утечек тока и других устройств, предусмотренных ПБ.

Прокладку кабелей целесообразно осуществлять в специальных кабельных, трубных или людских ходках, пройденных параллельно наклонным откаточным выработкам. В зависимости от горных выработок применяется и соответствующий тип кабеля.

При выборе места для прокладки кабелей следует иметь в виду, что на шахтах, имеющих вертикальные стволы, закрепленные огнестойкой крепью, кабели рекомендуется прокладывать в стволах, оборудованных клетевыми подъемными установками. В стволе наиболее целесообразно прокладывать кабели рядом с лестничным отделением.

При прокладке стационарных сетей по горизонтальным и наклонным выработкам кабели подвешивают открыто на боковой стороне выработки на специальных конструкциях, располагая на такой высоте, чтобы срыв кабеля с конструкции или самой конструкции не привел бы к повреждению. Силовые и осветительные кабели прокладывают на одной стороне выработки, а контрольные и кабели связи – на другой. При невозможности такой подвески кабели прокладываются по одной стороне с соблюдением расстояний, указанных в ПБ.

При прокладке кабелей по выработкам с углом наклона до  $20^\circ$  их подвешивают так же, как и в горизонтальных выработках. При угле наклона свыше  $20^\circ$  следует предусмотреть меры против сползания кабеля под действием собственного веса.

Для питания стационарных электроустановок, а также временных, значительно удаленных от источников питания, предусматривается прокладка распределительных сетей, выполненных бронированными кабелями; для питания передвижного электрооборудования – гибкими кабелями.

В горизонтальных и наклонных выработках шахт, независимо от категории, для стационарных осветительных сетей применяются кабели в свинцовой или поливинилхлоридной оболочке. Прокладку их следует проектировать совместно со стационарными и распределительными силовыми кабелями, располагая над силовыми. В очистных забоях шахт, опасных по газу или пыли, прокладываются гибкие экранированные кабели, а в забоях, не опасных по газу или пыли, – голые провода на изоляционных опорах.

Прокладку кабелей в подземных камерах производят по конструкциям, установленным на стенах камеры. В камерах с огнестойким креплением предусматривают "жесткую" подвеску кабелей на металлических кронштейнах. Высота подвески нижнего кабеля над полом должна быть не менее 0,5 м, а расстояние между кабелем и шиной контура заземления следует принимать не менее 100 мм.

Проводку кабелей через стены и переемы в подземных выработках следует производить в стальных или асбоцементных трубах. Вводы необходимо размещать так, чтобы не было пересечения кабелей. При прокладке в камерах кабелей, имеющих наружное джутовое покрытие, его следует снимать, а кабели покрывать антикоррозийным лаком.

Расстояние между точками подвеса кабелей в вертикальных выработках не должно превышать 7 м, в горизонтальных – 3 м, а в наклонных – 5 м. При прокладке нескольких кабелей зазоры между ними должны быть не менее 5 мм. Если в одной выработке прокладываются кабели и вентиляционные трубы из негорючих материалов, то трубы располагают либо ниже кабелей, либо на противоположной стороне выработки.

### 4.3 Подземные подстанции и распределительные пункты

Для приема и распределения или преобразования электроэнергии в подземных выработках строятся подземные подстанции и распределительные пункты. Подземные подстанции могут быть стационарными и передвижными. К стационарным относятся:

- центральная подземная подстанция (ЦПП), которая располагается в околоствольном дворе шахты и предназначена для приема электрической энергии с поверхности шахты от ГПП и распределения ее между подземными подстанциями, распределительными пунктами (РПП) и отдельными ЭП при напряжении 6 кВ, а также для питания потребителей околоствольного двора;

- участковые трансформаторные подстанции, которые располагаются в специальных камерах и служат для питания ЭП очистных и подготовительных забоев;

- бремсберговые трансформаторные подстанции (БТП), предназначенные для питания конвейерных установок, лебедок бремсбергов или уклонов;

- преобразовательные подземные подстанции (ППП), предназначенные для изменения частоты тока.

Передвижные участковые подземные подстанции (ПУПП) – комплектные, имеют РП-6 кВ, понижающий трансформатор 6/0,66 (1,14) кВ и РП-0,66 (1,14) кВ.

Центральные подземные подстанции размещают в закрепленных камерах на больших горизонтах и блоках шахты. Камера ЦПП, как правило, присоединяется к камере главной водоотливной установки. Между ними устанавливаются решетчатая и противопожарная двери. Пол камеры ЦПП должен быть не менее чем на 0,5 м выше отметки головок рельсов околоствольного двора. С противоположной стороны камеры водоотлива строится ходок для соединения ЦПП с выработками околоствольного двора. В ходке возле камеры ЦПП устанавливают решетчатую и герметичную двери.

Электрооборудование размещают так, чтобы токоведущие части были на высоте не ниже, чем 0,5 м от пола камеры ЦПП. Силовые трансформаторы для питания ЭП околоствольного двора и РП-6 кВ размещают с одной стороны камеры ЦПП, а РП-0,66 кВ, комплект аппаратуры для питания сети освещения ЦПП и выработок околоствольного двора – с другой. Разработаны типовые проектные решения для оборудования камер ЦПП, электрические схемы которой могут быть выполнены в двух вариантах:

- с одним секционированным РП-6 кВ и двумя вводами;

- с двумя секционированными РП-6 кВ и четырьмя вводами.

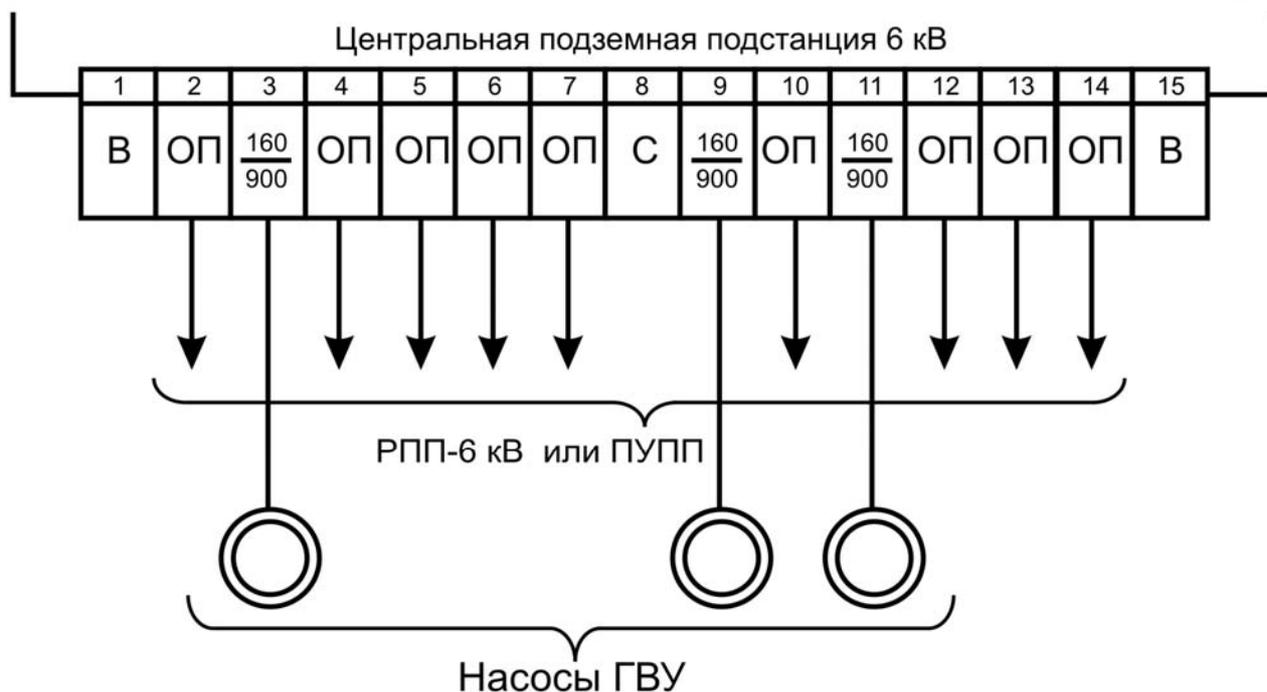
Электрическая связь между РП-6 кВ не предусматривается.

При разработке двух горизонтов обычно на каждом из них строят ЦПП. Электрические схемы предусматривают питание каждой ЦПП по двум вводам непосредственно от ГПП на поверхности. Иногда одна ЦПП питается по двум линиям непосредственно от ГПП, а другая – по одной линии от ГПП и перемычке от первой ЦПП. Перемычка присоединяется к секции ЦПП, которая не имеет питающей линии, и рассчитывается на 100%-ю нагрузку запитываемой от нее ЦПП. Линия, питающая ЦПП, на которую резервное питание подано по перемычке, и линия, питающая секцию второй ЦПП, от которой отходит перемычка, присоединяются к разным секциям сборных шин ГПП.

На рис.26 приведена схема ЦПП, состоящей из одного секционированного РП-6 кВ с двумя вводными ячейками В, одной секционной С и 12-ю ячейками отходящих присоединений ОП, к трем из которых подключены насосы ГВУ. В обозначении последних ячеек: числитель – номинальный ток КРУ-6 кВ, знаменатель – ток срабатывания МТЗ.

по стволу к ГПП

по стволу к ГПП



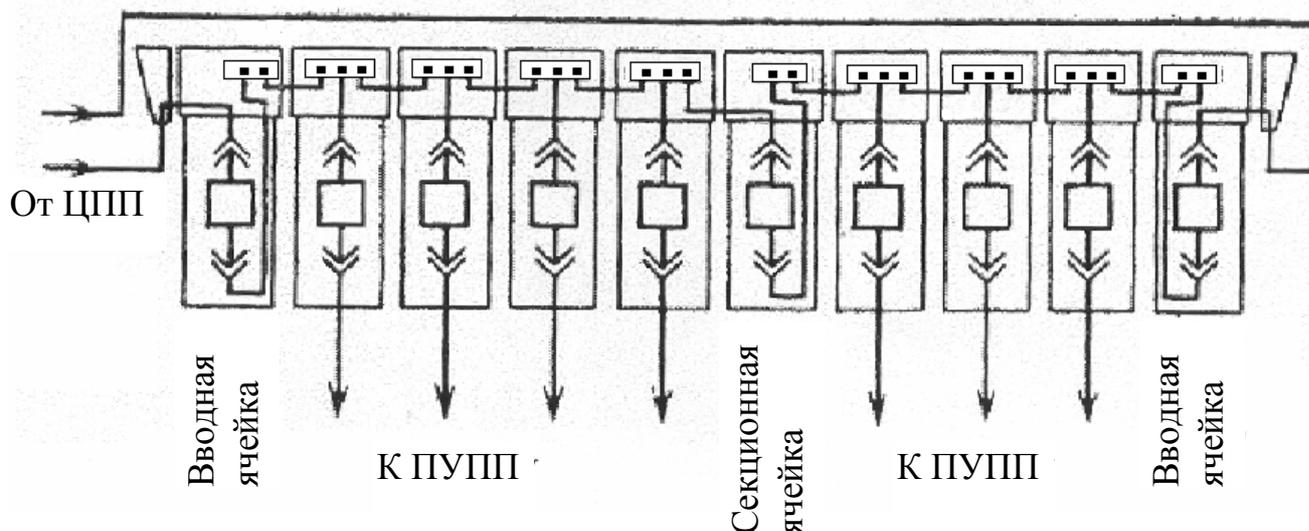
**Рис.26. Схема центральной подземной подстанции**

Подземные распределительные пункты 6 кВ (РПП-6 кВ) применяются для электро-снабжения нескольких добывающих и подготовительных участков в границах одной панели или горизонта. Их размещают, по возможности, в центре электрических нагрузок, и оборудуют в камерах с огнестойкой крепью. Разработаны два основных типа РПП-6 кВ:

- в примыкающих к основной выработке камерах длиной не более 10 м;
- с ходками, через которые камера РПП-6 кВ соединяется с основной выработкой.

Разработаны две типовых схемы РПП-6 кВ в камерах, примыкающих к выработкам, и четыре типовых схемы РПП-6 кВ с ходками. Камеры РПП-6 кВ при длине до 10 м должны иметь один выход, свыше 10 м – два.

РПП-6 кВ монтируются из КРУ напряжением 6 кВ, создавая секции шин (рис.27).



**Рис.27. Принципиальная схема РПП-6 кВ**

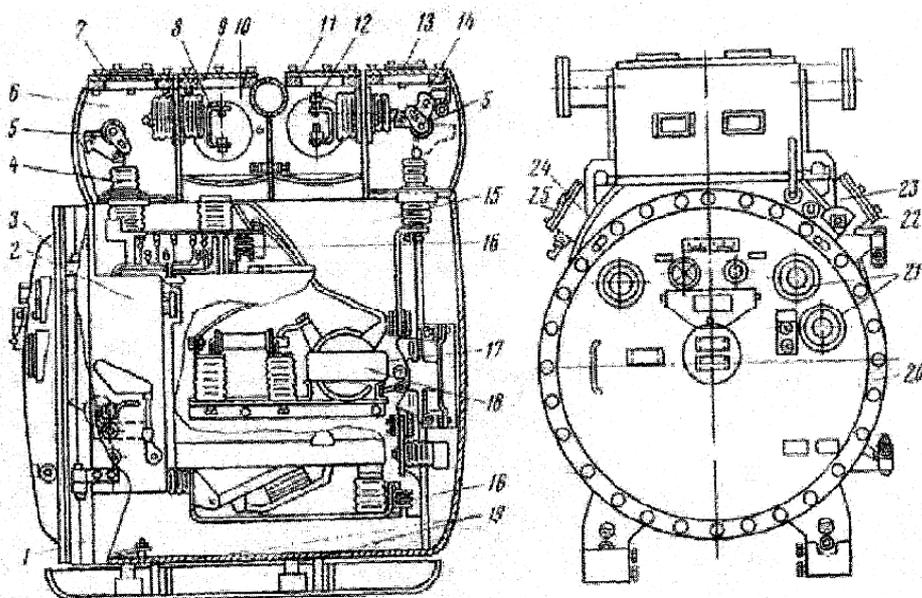
Количество вводов в РПП-6 кВ зависит от числа отходящих присоединений. При их количестве до трех вводное КРУ не устанавливается. При количестве присоединений до семи включительно принимают один ввод, при большем количестве отходящих при-

соединений – два ввода с установкой секционного КРУ. В этом случае каждый кабельный ввод рассчитывается на 85% полной нагрузки РПП-6 кВ.

Если есть потребители I категории по надежности электроснабжения, которые получают питание от РПП-6 кВ, то независимо от количества отходящих присоединений такой РПП должен иметь два ввода от разных секций шин ЦПП и секционную ячейку.

В ЦПП и РПП-6 кВ устанавливают взрывозащищенные комплектные распределительные устройства КРУВ-6 кВ, в состав которых входит коммутационная, защитная и измерительная аппаратура.

На угольных шахтах в эксплуатации находятся КРУ типов УРВМ-6/3, РВД-6, ЯВ-6400 и УКВ-6, уже снятые с производства. В настоящее время выпускаются усовершенствованные КРУ типов КРУВ-6 и КРУРН-6А с воздушными выключателями и типа УК-6 – с вакуумными. Общий вид КРУВ-6 приведен на рис.28. Эти КРУ выпускаются четырех модификаций: вводные (шифр в обозначении В); секционные (С); отходящих присоединений (ОП); отходящих присоединений со встроенным трансформатором тока нулевой последовательности (ВТ). Они имеют номинальный ток до 630 А и мощность выключения до 100 МВА. Исполнение взрывобезопасное. Аппаратура управления и защиты обеспечивает: оперативное местное и дистанционное включение и отключение; замыкание и заземление отходящих присоединений при выключении разъединителя; МТЗ; минимальную защиту; от перегрузки и затяжных пусков; вывод из работы в случае необходимости минимальной защиты; присоединение внешних дополнительных защит (от замыканий на землю, газовой и др.); АПВ и автоматическое включение резерва (АВР) при двух и трех вводах на ЦПП; защиту от подачи напряжения на ОП с сопротивлением изоляции относительно земли ниже 300 кОм; сигнализацию о положении выключателя (вкл./откл.), о срабатывании МТЗ и БРУ; проверку исправности МТЗ и БРУ; запрещение АПВ и АВР при срабатывании МТЗ; присоединение двух питающих кабелей и двух отходящих кабелей к каждому шкафу КРУВ-6.



**Рис.28. Общий вид КРУВ-6:**

1 – корпус; 2 – выключатель; 3 – двери камеры выключателя; 4 – изоляторы; 5 – разъединители; 6, 14 – камеры разъединителей; 7, 9, 11, 13, 22, 25 – крышки камер; 8 – зажим для присоединения кабелей к шинам; 10, 12 – вводные камеры; 15 – камера выключателя; 16 – штепсельные разъемы; 17 – трансформатор тока; 18 – трансформатор напряжения; 19 – винтовые домкраты; 20 – блокировочное кольцо; 21 – обзорные окна.

КРУ типа КРУРН-6А предназначено для применения в рудниках и шахтах, безопасных по газом и пыли, и имеет уровень взрывозащиты РН. Типоразмеры шкафов по номинальным токам несколько отличаются от шкафов КРУВ-6. Электрическая схема КРУРН-6А обеспечивает те же функции, что и схема КРУВ-6.

Малогобаритное КРУ типу УК-6 изготовлено на базе вакуумного контактора КВТ-10-400-4 выполняет функции управления, защиты, сигнализации и блокировок в том же объеме, что и КРУВ-6 и КРУРН-6А.

Одной из последних разработок является комплектное взрывозащищенное распределительное устройство типа КРУВТ-6, которое изготавливается в трех исполнениях: вводные (КРУВТ-6-В), секционные (КРУВТ-6-С), для отходящих присоединений (КРУВТ-6-О). Они оснащены вакуумными выключателями "Evolis" компании "Шнайдер Электрик", микроконтроллерными блоками защиты и управления, нелинейными ограничителями перенапряжений (ОПН). Микроконтроллерный блок в составе КРУВТ-6, кроме выполнения стандартных функций управления и защиты, дополнительно обеспечивает:

- отображение величины сопротивления изоляции отходящего присоединения в кОм, а также предупредительную сигнализацию о снижении сопротивления ниже предупредительной уставки и передачу сообщения на пульт диспетчера;

- блокировка против повторного включения при отказе механизма, удерживающего выключатель во включенном состоянии;

- местную и дистанционную сигнализацию о включенном и отключенном положениях выключателя;

- индикацию текущего времени;

- контроль и индикацию времени срабатывания БРУ;

- контроль и индикацию величины напряжения и тока в силовых цепях, потребляемой мощности, а также некоммерческий учет потребляемой электроэнергии;

- сигнализацию и индикацию времени срабатывания защит от токов КЗ и перегрузки, а также индикацию величины отключенных токов;

- сигнализацию и индикацию времени срабатывания защиты от однофазных замыканий на землю;

- возможность (в случае необходимости) отключения защиты от минимального напряжения;

- возможность местной или дистанционной (с рабочего места энергетика) установки параметров защит ;

- контроль состояния и управления КРУВТ-6 с компьютеризованного места инженера или диспетчера;

- ведение журнала событий ("черный ящик") с заданной периодичностью;

- возможность переноса информации "черного ящика" на поверхность шахты с помощью стандартной карты памяти для последующего компьютерного анализа.

Комплектные распределительные устройства в рудничном нормальном исполнении КРУРНТ-6 по сравнению с устройствами КРУРН-6А, УКР-6, выпускаемыми в настоящее время, имеют меньшие массогабаритные показатели и усовершенствованную конструкцию. Устройства оснащены вакуумными выключателями, микроконтроллерными блоками защиты и управления, нелинейными ОПН. Микроконтроллерный блок обеспечивает измерение всех текущих параметров сети с записью в память рабочих и аварийных режимов, даты, времени, причины отключения.

Комплектные распределительные устройства КРУВТ-6 и КРУРНТ-6 изготавливаются: вводные и секционные на токи 400 и 630 А, отходящих присоединений – 100–400 А. Номинальный ток и мощность отключения соответственно составляет 10 кА и 100 МВА.

Если на рудничном транспорте применяется электровозная откатка, то в этом случае оборудуется преобразовательная трансформаторная подстанция для преобразования переменного тока промышленной частоты в выпрямленный или переменный повышенной частоты.

Стационарные подземные трансформаторные подстанции (СТП) оборудуются для питания ЭП, которые длительное время не передвигаются и рассчитаны на значительный срок эксплуатации (стационарные конвейерные установки, лебедки на уклонах и бремсбергах, подъемы слепых стволов и др.). СТП размещается в камере, укрепленной огнеупорным материалом, и имеет один выход, если ее длина не превышает 10 м. При большей длине предусматривается два выхода. Каждый выход оборудует решетчатыми дверями для обеспечения камеры вентиляцией и металлическими (противопожарными) герметическими. В камере СТП устанавливается такое оборудование: КРУ для включения и отключения силовых трансформаторов, мощность и количество которых определяется суммарной мощностью потребителей, которые получают питание от СТП, РПП низкого напряжения (в случае необходимости), в состав которого входят АВ, реле утечки и пускатели; осветительные трансформаторы.

Необходимо отметить, что после внедрения ПУПП резко уменьшилась сфера применения СТП. В состав ПУПП входит сухой силовой трансформатор, распределительные устройства высокого (РУВН) и низкого (РУНН) напряжения с комплектом защитных устройств и измерительных приборов. Все элементы подстанции помещены во взрывонепроницаемую оболочку, смонтированную на общей ходовой тележке.

В РУВН размещен выключатель нагрузки или разъединитель, в РУНН смонтированы АВ, блок МТЗ, блоки защиты от токов утечки и тепловой защиты трансформатора, а также трансформатор собственных нужд и измерительные приборы. На подстанциях применена электромеханическая блокировка коммутационного аппарата РУВН, исключающая возможность его отключения при включенном АВ. Передвижные подстанции имеют мощности 100, 160, 250, 400 и 630 кВА на напряжение 690 В, а также 400, 630, 1000 и 1250 кВА на напряжение 1200 В.

Сегодня серийно выпускаются передвижные подстанции ТСВП и КТПВ. В эксплуатации еще находятся устаревшие подстанции ТСШВП и ТКШВП.

Подстанции новой серии КТПВ отличаются от ТСВП улучшенной конструкцией силового трансформатора, меньшими потерями холостого хода и короткого замыкания и меньшей массой.

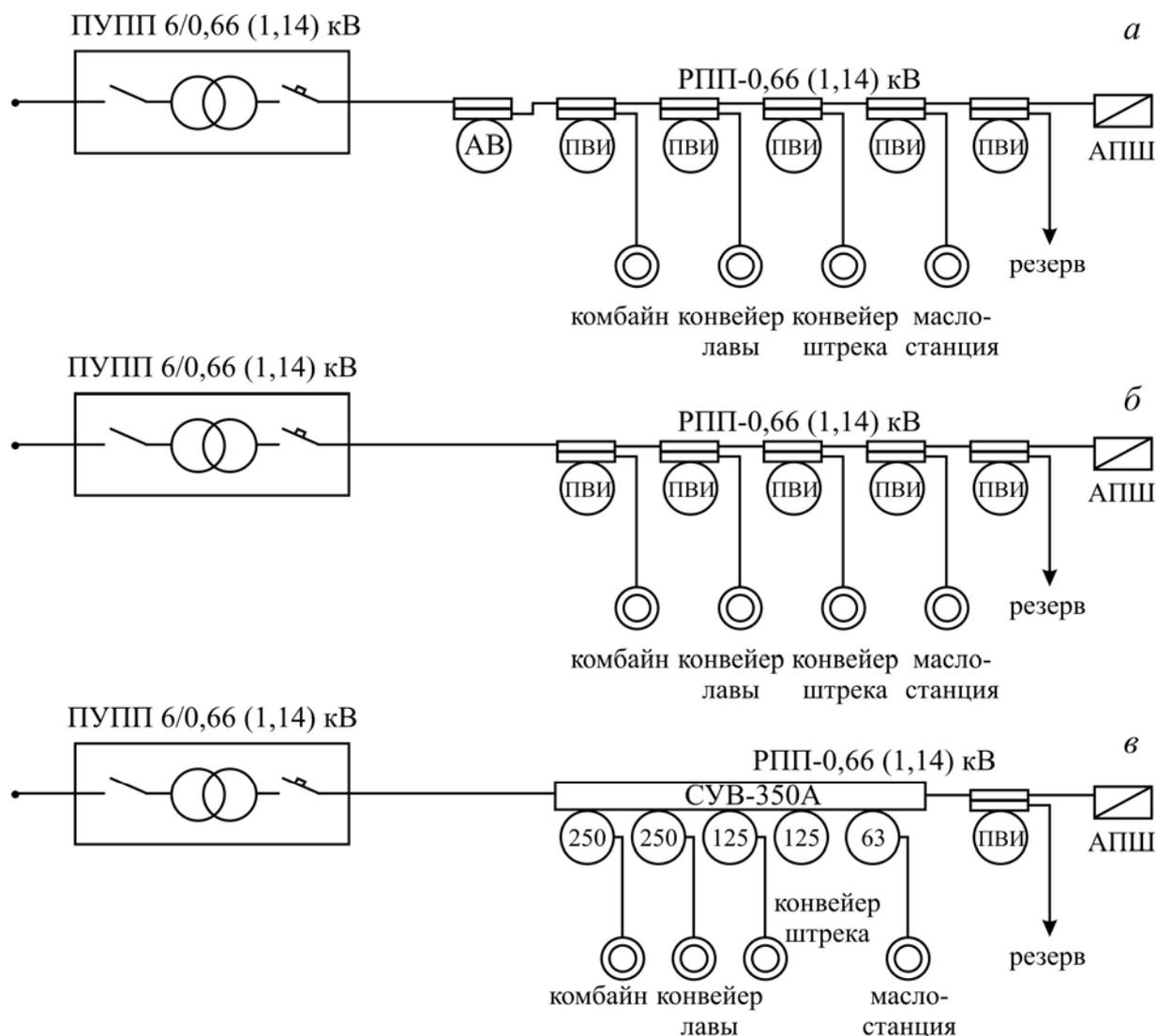
Для крутых пластов существует две серии подстанций (ТСШВП-160/6 КП, ТСШВП-400/6 КП, ТСВП-160/6 КП, ТСВП-400/6 КП, 2ТСВП-160/6 КП и 2ТСВП-400/6 КП), у которых расширены функции защиты и есть быстродействующий АВ типа АВВ-250, обеспечивающий защитное отключение сети за время не более чем 2,5 мс.

Все серии ПУПП позволяют изменять коэффициент трансформации в пределах  $\pm 5\%$  переключением отпаек обмотки высшего напряжения. Кроме того, в подстанциях мощностью 100, 160 и 250 кВ·А переключением обмоток низкого напряжения в звезду или треугольник можно получить напряжение 660 или 380 В соответственно.

При выборе вида подстанции (стационарная или передвижная) следует отдавать предпочтение передвижным, поскольку в большинстве случаев такой вариант выбора будет экономически и технически выгодным.

Электроэнергия от ПУПП по полугибким или гибким кабелям подводится к РПП-0,66 (1,14) кВ. От этих пунктов по гибким кабелям питаются ЭП участка. Распределительные пункты комплектуются коммутационными и защитными аппаратами (автоматическими выключателями, магнитными пускателями), а также станциями управления.

В первом случае РПП-0,66 (1,14) кВ комплектуются в таком порядке (рис.29, а). На вводе РПП устанавливают общий (групповой) АВ для включения, отключения и защиты электрооборудования и кабельной сети участка. За ним устанавливают АВ для питания отдельных РПП-0,66 (1,14). При этом первый АВ присоединяется к выводу общего АВ, а следующие – к транзитному выводу предыдущего. Магнитные пускатели присоединяются в порядке уменьшения номинального тока. Для комбайна следует предусматривать резервный пускатель. На транзитный вывод последнего пускателя РПП-0,66 (1,14) кВ подключается пусковой агрегат или осветительный аппарат.



**Рис.29. Примеры компоновки РПП-0,66 (1,14) кВ**

Если РПП-0,66 (1,14) кВ комплектуется станцией управления и для питания электроприемников участка недостаточно контакторов в станции, то рядом с ней устанавливаются магнитные пускатели, которые присоединяются к станции непосредственно через ее транзитный вывод или через общий АВ (рис.29, в). Для комбайна следует предусматривать резервный контактор. Если это невозможно, то необходимо рядом со станцией управления установить для этих целей магнитный пускатель. При использовании ПУПП в составе энергопоезда на вводе РПП-0,66 (1,14) кВ общий автоматический выключатель чаще всего не устанавливается (рис.29, б).