

УДК 621.311.176.049.73

ХИНКОВ Д. И.

ДИСТАНЦИОННО УПРАВЛЕНИЕ НА ЕЛЕКТРИЧЕСКИ ЦЕНТРАЛИ

Книгата е учебник по "Дистанционно управление на електрически центри" за студентите от специализация "Електрически центри" на специалността "Електрически центри, мрежи и системи" при Електротехническият факултет на ИИИ "В.И. Ленин" - София. Съдържа съдържанието и отговаря на утвърдената учебна програма по едноименната учебна дисциплина.

Учебникът обхваща общи принципи, методи, схеми и технически средства за дистанционно управление. Той включва основи на дистанционното управление (системи за управление, условни означения, видове и структура на вторичните схеми и управляващи сигнали), функционални подсистеми за дистанционно управление (измерване, командване, блокировки и сигнализация), дистанционно управление на комутационни апарати (прекъсвачи, разединители, автоматични прекъсвачи и изпитателни пускатели) и изпълнение на вторичните схеми (командни зали, монтажни схеми и кабелно стопанство).

ПРЕГОВОР

В книгата са описани общите принципи, методи, схеми и технически средства за дистанционно управление на електрически центри и подстанции, които се прилагат у нас. Проанализиран е стремежът дистанционното управление на електрически центри и подстанции да се представи в обобщен вид, да се избегнат повторенията и да се запази хронологичната последователност на излагане на материала. Голямо внимание е отделено на системния подход за комплексно и всеотранно разглеждане на дистанционното управление на електрически центри и подстанции.

За написването на книгата авторът е използвал разработките на НИИ "Енергопроект" - София, богатата техническа литература, различни нормативни и справочни материали, периодичния печат и своята проектантска дейност и дългогодишна научна и преподавателска работа в катедра "Електрически центри" при ИИИ "Ленин" - София.

Авторът изказва сърдечна признателност на колегите к.т.н. инж. Н. Митер, М. Стойменов, инж. И. Денев, инж. А. Милушев и инж. И. Буков от НИИ "Енергопроект" - София за оказаната помощ при събирането на изходни материали и за ценните съвети по отделни въпроси на книгата.

Благодарност се отправя също към рецензентите доц. к.т.н. инж. Стефан Бърски /катедра "Ел. центри" и доц. к.т.н. инж. Васил Захариев /катедра "Ел. мрежи и системи"/ за преглеждането на ръкописа и за направените препоръки за неговото подобряване.

Разбирайки голямата трудност по написване на книгата, авторът ще приеме със задоволство всички забележки и указания за нейното съдържание и оформление.

София, януари 1988г.

Д. Хинков

ПРИЕТИ СЪКРАЩЕНИЯ В КНИГАТА

1. В ТЕКСТОВАТА ЧАСТ

АВП - автоматично включване в паралел
АВР - автоматично включване на резервата
АЕН - атомна електрическа централа
АПВ - автоматично повторно включване
АРВ - автоматично регулиране на възбуждането
АРН - автоматично регулиране на напрежението
АЧР - автоматично честотно разтоварване
ВЕН - водна електрическа централа
ГП - главна циркуляционна помпа
е.д.н. - електродвижещо напрежение
РУ - разпределителна уредба
ТЕН - топлинна електрическа централа
ТКЕН - топлинна кондензационна електрическа централа
ТФЕН - топлофикационна електрическа централа

2. В ТАБЛИЧНИЯ И ИЛЮСТРАЦИОННИЯ МАТЕРИАЛ

БКЗ - блокова командна зала
м.е. - монтажна единица
РКВ - реле за команда "включване"
РКИ - реле за команда "изключване"
РПВ - реле за положение "включено"
РПИ - реле за положение "изключено"
РУ - разпределителна уредба

ВЪВЕДЕНИЕ

В.1. ОБЕКТИВНА НЕОБХОДИМОСТ ОТ УЧЕБНАТА ДИСЦИПЛИНА

Електрическите централи и подстанции представляват големи технологични обекти, а техните основни енергийни съоръжения (реактори, парогенератори, турбини, синхронни генератори и конденсатори и силови трансформатори и автотрансформатори) - сложни агрегати. Непрекъснатото увеличение на единичните мощности на електрическите централи и подстанции и на основните им енергийни съоръжения изисква висока степен на тяхната автоматизация, която позволява: 1) да се управляват големите, динамични, разнообразни, многоцелеви, балансирани, мащабни, териториално разпръснати и сложни електроенергийни системи с природни въздействия в нормални, ремонтни и аварийни режими; 2) да се повиши надеждността и икономичността на енергоснабдяване на потребителите; 3) да се облекчи работата на дежурния персонал.

Автоматизацията на електрическите централи и подстанции обхваща:

1) електрическите съоръжения и уредби чрез: а) релейните защити на синхронни генератори и конденсатори, силови трансформатори и автотрансформатори, електропроводни линии, синхронни и асинхронни електродвигатели и др.; б) системната и режимната автоматика: АПВ, АВР, АВП на синхронни генератори и конденсатори, АЧР, АРН и др.

2) неелектрически съоръжения и уредби (топлотехнически, реакторни, хидротехнически и др.) чрез: а) технологичните защити на енергийни блокове, ядрени реактори, ГП, парни и водни турбини, парогенератори, подгреватели, подхранващи помпи и др.; б) технологичните блокировки на ГП, подхранващи помпи, газови горелки на парогенератори, тяго-духащи вентилатори и др.; в) автоматичните регулатори на ядрени реактори, парогенератори, конденсатори на обема, парни и водни турбини, деаератори, подгреватели, редукционно-охладителни уредби, подхранване на горивос, вода и въздух, сгуро- и пепелоотделяне, химическо почистване на водата и др.

Основата на автоматизацията в електрическите централи и подстанции е дистанционното управление.

Електрическите централи и подстанции са част от хибридна-та оперативна система "обект-човек-среда" (Л.21). Човекът въздейства (управлява) на съвременните комплексни обекти дистанционно (от разстояние) чрез мандирни технически средства. Той става оператор в човечно-машинната система и се оказва в тежки условия на физико-психични и емоционални изпитвания до границата на човешките възможности. Операторът трябва непрекъснато да внимава, да следи работата на много технически средства, да координира своите действия и да се ориентира бързо в разнообразните машини, технологии, процеси и явления. Все повече нараства ролята и отговорността на човека за ефективната и безопасна работа на електрическите централи и подстанции с колосална мощност. Това повишава цената на натоварите грешки, които винаги са вероятни. Голям грешка на операторите струва твърде скъпо на обществото и понякога има трагични последици за живота на земята. Ето защо се налага човешките грешки да бъдат застраховани и компенсирани с надеждни системи за управление, със системен подход при професионален избор и със задълбочено предварително обучение на операторите за рационален експлоатация на човечно-машинните комплекси. Това определя необходимостта от учебната дисциплина "Дистанционно управление на електрически централи" за системна подготовка на специалисти по дистанционно управление за проучване, проектиране, изграждане, изпитване и техническа експлоатация на електрически централи и подстанции.

1.2. ОБЩОСИ ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ НА УЧЕБНАТА ДИСЦИПЛИНА

В условията на научно-техническата революция младите специалисти трябва да се подготвят за интегрирани технологии, за да могат бързо да се приспособяват и пренастроят към широк кръг самостоятелни и съвместни дейности. Това определя основните цели и задачи на учебната дисциплина "Дистанционно управление на електрически централи" както следва:

- 1) въвеждане с общите принципи и методи, със структурата и технологиите и със схемите и техническите средства за дистанционно управление на електрически централи и подстанции;
- 2) приобщване на квалификация за проучване, проектиране, изграждане, изпитване и експлоатация на дистанционното управление на електрически централи и подстанции;

3) създаване на навики за отчитане на ергономичните изисквания на системата "обект-човек-среда" за максимална производителност, надеждност и безопасност на електрическите централи и подстанции при запазване на човешкото здраве;

4) подготовка за постъпно преминаване към автоматизирана система за управление на електрически централи и подстанции при използване на съвременна изчислителна техника;

5) приучване към самообразование, аналитично мислене, правилно и своевременно ориентиране спрямо непрекъснато изменящите условия на научно-техническата революция, когато придобитите знания бързо остаряват.

1.3. СЪДЪРЖАНИЕ И ОБЕМ НА УЧЕБНАТА ДИСЦИПЛИНА

Настоящата книга е учебник, чието съдържание е разделено на четири глави.

В първа глава се изложени основите на дистанционното управление. Тук се разглеждат системите за оперативное управление на електрически централи и подстанции, условните графични и буквено-числени означения, класификацията и структурата на вторичните схеми. Накрая се отделя внимание на подаването, преобразуването и блокирането на управляващи сигнали.

Втората глава е посветена на функционалните подсистеми за дистанционно управление. Започва се с дистанционно измерване. След това се описват дистанционното командване на комутационни апарати и блокировките в електрическите РУ. Завършва се със синхронизацията в електрическите централи и подстанции.

В трета глава се разглежда дистанционното управление на различни комутационни апарати: прекъсвачи и разединители за високи напрежения и автоматични прекъсвачи и магнитни релетата за ниско напрежение. След това се описва накратко изборителното дистанционно управление.

В последната четвърта глава се излага изпълнението на вторичните схеми. Тук се дават изискванията на техническата естетика и компоновките на командни зали. По-нататък се засягат основните принципи и технологиите за разработване на монтажни схеми. Последно се разглежда обикновено стопанство на електрическите централи и подстанции.

Глава първа

ОСНОВИ НА ДИСТАНЦИОННОТО УПРАВЛЕНИЕ

1.1. СИСТЕМИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ

1.1.1. ФУНКЦИОНАЛНО-ТЕХНОЛОГИЧНИ ПОДСИСТЕМИ

Системите за управление на електрически централи и подстанции представляват комплекс от технически средства за водене на техните технологични процеси при всички режими с определени технико-икономически показатели. Те определят структурата на взаимодействие на оператора (човека) с обекта (електрическата централа или подстанция) чрез разположените технически средства. Следователно ефективността на системата за управление зависи главно от два фактора: 1) индивидуалните качества на човека: психика, физиология, квалификация, опит, тренировка, съобразителност, скорост на реакция, умора и др.; 2) техническите показатели на обекта: тип, мощност, сложност, структура, схемни, режимни и конструктивно-компоновачни характеристики; налични технически средства за управление и др.

Системите за оперативно управление създават следните възможности: 1) свързване на енергийните съоръжения, възли и уреди в единния и непрекъсваем технологичен процес; 2) удобства за централизирано управление с незначителен брой на персонала; 3) безопасност за управление на енергийни съоръжения и уреди с високи параметри (налягане, температура, напрежение и др.) и в неблагоприятна околна среда (запършеност, влага, електромагнитни полета, вибрации и др.); 4) бързодействие и достатъчна мощност за управление на големи и сложни енергийни съоръжения и уреди.

Системите за управление трябва да бъдат надеждни и да създават ергономични условия за работа на операторите (вж. т. 4.1.1). Те имат две основни функции: информационни и командни, които се реализират чрез следните функционално-технологични подсистеми:

1. Информационна подсистема, която извършва събиране, обработване, съхраняване, предаване и представяне на необходимата техническа и икономическа информация за работата на електрическите централи и подстанции. За целта се контролират технологичните процеси и енергийните съоръжения чрез многобройни и всеобхватни измервания. Контролът бива два основни вида:

1) неелектрически контрол, който се разделя на: а) топлинотехнически контрол при ТЕЦ и АЕЦ (съответно, хидротехнически контрол при БЕС) – включващ величините: налягане, разход, температура, ниво, скорост, вибрации, шум, линейно изменение, химическо съдържание и др.; б) ядрено-физичен контрол при АЕЦ – показващ работата на реакторите: мощност, плътност и скорост на неутронния поток, температура на топлоносителя в активната зона и др.; в) радиационен контрол при АЕЦ – даващ информация за радиационната обстановка в района, за облъчването на персонала и за технологичната радиоактивност (херметичност на радиоактивния контур, ефективност на вентилацията, състояние на водата в басейна за отславяване на горивото и др.).

2) електрически контрол – следящ величините: напрежение, ток, мощност, енергия и честота.

Информационната подсистема на енергиен блок с мощност 300 МВ при ТКЕЦ обхваща измерване в кръгло 1790 точки, които се разпределят по величини така: температура – 1160 бр., налягане – 420 бр., разход – 50 бр., ниво – 55 бр., механични величини – 45 бр., електрически величини – 45 бр. и състав на въздуха – 15 бр. (Л.1).

2. Командна подсистема, която позволява дискретно привикване в действие на електрическите задвижвания към техническите съоръжения, които са териториално разпръснати в електрическите централи и подстанции. Тя се характеризира с висока степен на централизация в командването (80 – 100%) и с голямо разнообразие на управляваните обекти.

Командуваните съоръжения се разделят на две групи:

1) комутационни електрически апарати (прекъсвачи и разединители за високи напрежения и автоматични прекъсвачи и магнитни пускатели за ниско напрежение), чрез които се управляват: а) основните електроенергийни съоръжения: синхронни генератори и кондензатори, силови трансформатори и автотрансформатори и електропроводни линии; б) машинните агрегати за собствени нужди: помпи, вентилатори, мелници, транспортъри и др.; в) спиралата ерматура:

задвижки, вентили и др.;

2) регулиращи устройства: регулатори за напрежение и за скорост, регулираща арматура (шибъри, клапани и др.) и т.н.

Командуваните съоръжения на енергиен блок с мощност 300 MW в ТКЕИ са 564 бр., които се разпределят така: машинни агрегати за собствени нужди - 88 бр. с единична мощност от 15 до 8000 kW, спиращи задвижки и вентили - 356 бр. с мощност на един електро-двигател от 0,4 до 28 kW и регулиращи устройства - 120 бр. с мощност на едно задвижване от 0,25 до 2,8 kW (Л.1).

Командуването в електрическите централи и подстанции бива ръчно и автоматично. Ръчното командуване се извършва от операторите, а автоматичното - от специални автоматични устройства.

3. Регулираща подсистема, която е предназначена за непрекъснато поддържане на оптимални условия за протичане на технологичните процеси. Тя е важна част на системата за управление и изпълнява следните основни функции: 1) поддържане на определени параметри и величини на необходим нива или с оптимални стойности; 2) изменение на регулируемите величини в съответствие с други величини или по определени закони.

Функциите на регулиращата подсистема се осъществяват чрез автоматични електронни, пневматични и хидравлични регулатори, които се разделят на четири групи: 1) отговорни, осигуряващи надеждността на основните съоръжения; 2) режимни, посредством които се постига нормално протичане на технологичните процеси; 3) пускови, служещи за пускане на агрегатите с определени параметри; 4) местни, с които се регулират спомагателните уреди и съоръжения.

4. Защитно-блокираща подсистема, която предпазва техническите съоръжения и персонала в електрическите централи и подстанции при нормални и аварийни режими. Тя съдържа две съставни части: защиты и блокировки.

Защитите (технологични и релейни) са последната степен на системите за управление. Те заработват при нарушение на технологичните процеси и при неизправности на техническите съоръжения, когато регулиращата подсистема не успява да поддържа работните режими на уредите. Тахното автоматично действие се свежда до отстраняване на неизправните съоръжения чрез следните мероприятия: а) изключване на единични съоръжения; б) резтоварване и пълно спиране на съоръжения, блокове и уреди; в) включване на резервни съоръжения; г) изключване на системите за безопасност при АЕИ.

За надеждно действие на защитите се предвижда тяхното резервиране. Обемът на защитите се определя от конструктивните особености на техническите съоръжения.

За безопасност, надеждност и икономичност в електрическите централи и подстанции се предвиждат многобройни и разнообразни блокировки между взаимно свързаните технически съоръжения в технологичния процес. Те служат за предотвратяване на неправилни операции при управлението, с което се предпазват съоръженията и персонала и се облекчава воденето на технологичния процес. За целта при командуването на някои съоръжения (задвижки, разединители и др.) се спазва строга последователност, като се отчитат редица технически изисквания и условия.

Логиката на блокировките зависи от технологичните схеми и режими и от конструкциите на техническите съоръжения.

5. Сигнална подсистема, която представя информация за нормалното и неизправното състояние на техническите съоръжения и на технологичния процес. Тя е изходна база за командната подсистема и има две основни функции:

1) да подава общи звукови сигнали чрез електрически сирени и звъни, които привличат вниманието на операторите при поява на неизправности;

2) да показват причините за настъпилите неизправности (вид и място) и нормалното състояние на съоръженията чрез индивидуални оптични сигнали, които се изпълняват: а) светлини (чрез сигнални лампи); б) апарати (със сигнални релета и магнитни указатели).

Индивидуалните сигнали се различават по цетове, които имат кодово предназначение: а) червеният цвят действа за уведомяване, не напрежението и фиксира включено положение на съоръженията, неизправности, опасности и др.; б) зеленият (понекога белият) цвят предизвиква успокоение и указва изключено състояние на съоръженията, нормална обстановка и др.; в) жълтият цвят служи за съобщения, уведомяване и др.

За привличане на вниманието и за лесно възприемане се използват силно контрастните цетове (например, показващата сигнализация за положението на някои комутационни електрически апарати се осъществява чрез две сигнални лампи: червена и зелена (ж. т. 2.4.2)).

Броят на индивидуалните светлинни сигнали за един енергиен блок с мощност 300 MW в ТКЕИ достига 140-150 (Л.1).

С нарастване на единичната мощност на електроенергийните

блокове в ТКЕП (АЕЦ) се увеличава обемът на системите за тяхното управление (табл.1-1) (Л.1,5).

Таблица 1-1. Обем на управлението на енергийни блокове

Мощност на блока, MW	Контролируеми параметри, бр.	Обекти за командване, бр.	Регулируеми параметри, бр.
200	600-750	250-300	80-100
300	1000-1200	450-500	100-120
500	1400	650	150
800	1600	750	200
1000 (АЕЦ)	5000	1000	
1200	2000	870	300

1.1.2. ТЕХНИЧЕСКИ СРЕДСТВА

Техническите средства на системите за управление на електрическите централи и подстанции се съсредоточават главно в специални пунктове за управление и в РУ (респективно до енергийни съоръжения в машинните зали, турбинните и генераторните етажи, реакторните и парогенераторните пехове и др.). В пунктовете за управление се разполагат измерителните, командните, защитните, регулиращите и сигналните апарати, които се монтират на специални табла, пултове и шкафи. В РУ се намират вторичните намотки на измерителните трансформатори, сигналните устройства и електрическите задвижвания на комутационните апарати, регулаторите, блокировките и др. Връзките между пунктовете за управление и РУ се изпълняват чрез многожилни контролни или телефонни кабели.

Според предназначението пунктовете за управление се разделят на местни, групови и централни (главни). Местните пунктове за управление служат за оперативно управление на самостоятелни технически съоръжения; груповите - на няколко съоръжения или на отделни уредби, а централните - на цялата електрическа централа или подстанция. В централния пункт за управление се намира дежурният инженер (началникът на смяна) на електрическата централа. Оттук се управляват връзките на електрическата централа с електрическата енергийна система.

Централните и груповите пунктове за управление се разполагат в самостоятелни помещения, които у нас се наричат командни зали. Местните пунктове за управление се монтират непосредствено до управляваните съоръжения.

Системите за управление се характеризират с непрекъснато усъвършенстване и усложняване на техническите средства. Напоследък се очертава използването на два класа технически средства: 1) класически (конвенционални); 2) електронни, които биват: а) непрограмируеми; б) програмируеми.

Класическите технически средства за управление на електрическите уредби и съоръжения са на добро ниво и задоволяват съвремените практически изисквания за експлоатация на електрическите централи и подстанции. Затова те още дълго време ще намират широко приложение, което обуславя необходимостта от тяхното подробно разглеждане по-нататък при изучаване на отделните подсистеми за управление. Тук съвсем накратко ще се опише приложението на електронните технически средства, които се внедряват бавно в електрическите централи и подстанции, ще внесат съществени изменения в системата за управление и изискват задълбочена подготовка на специалистите по проектиране, изграждане и експлоатация на електрически централи и подстанции.

Непрограмируемите електронни технически средства се изпълняват с дискретни елементи (диоды, транзистори, активни и реактивни съпротивления и др.) или с интегрални схеми. Техен съществен недостатък е голямото време за проектиране и изработване и трудността за преустройство и изменения. Това определя ограниченото им приложение.

Съвременните електрически централи и подстанции се характеризират с постепенно преминаване от класическия ръчен автоматизирана човеко-машинна система за управление на технологичните процеси с широко използване на програмируеми електронни технически средства (изчислителна техника) (Л.16).

Ръчната система за управление се изпълнява с класически технически средства и притежава следните особености: 1) индивидуално събиране на информация от измерителните апарати и нейното последователно ръчно обработване от операторите; 2) ръчно командване; 3) частична автоматизация на технологичните процеси, която обхваща регулирането на някои параметри на основните съоръжения и уредби.

Автоматизираната човеко-машинна система за управление се реализира с изчислителна техника и има следните белези: 1) автоматизирано централно събиране, обработване, показване и регистриране на информация чрез изчислителна техника; 2) автоматично командване; 3) дълбока автоматизация на технологичните процеси,

пускано, спиране и регулиране на основните и спомагателните съоръжения и уреди.

Обезпечителното участие на човека-оператор в автоматизираният система за управление се обуславя от следните фактори: 1) сложност и неподготвеност на енергийните съоръжения за автоматично управление; 2) невъзможност да се формализират и алгоритмизират всички задачи за управление; 3) липса на подходящи технически средства за автоматично управление.

Съществуват три технически решения на автоматизираният системи за управление на технологичния процес с използване на изчислителна техника (Л.1,5,31):

1. Централизирана система, при която електронната изчислителна машина изпълнява всички функции на системите за управление. Това е най-подходящата структура, която има висока стойност, голяма сложност, много ниска надеждност и трудно програмно осигуряване.

2. Децентрализирана система, при която функциите на системата за управление се осъществяват децентрализирано чрез разпръснати (автономни) устройства за т.нар. функционална група на основните енергийни съоръжения: реактор, парогенератор, турбина, генератор и трансформатор (вж. т.2.2.1). Тук се постига по-висока надеждност, по-ниска стойност, по-просто програмно осигуряване и възможност за поэтапно изграждане на системата.

3. Смесена (хибридна) система, която съчетава предимствата на първите две структури. Тук се изпълнява централизирано информационната подсистема чрез електронна изчислителна машина. Останалите подсистеми са децентрализирани и се изграждат с независими устройства.

Появилите се микропроцесори и микро-електронни изчислителни машини със сравнително ниска стойност позволяват максимално прилагане на надеждните децентрализирани и смесени системи за управление.

С нарастване на единичната блокова мощност над 200 MW в електрическите централи се увеличава много обемът на информация и броят на обектите за командване и регулиране в технологичната част (табл.1-1). Тогаваш операторите не успяват да постигнат надеждна и икономична работа на енергийните блокове. Затова се проявява към автоматизирания системи за управление с използване на изчислителна техника, която има две функционално-технически структури (Л.1,5,7,16,18,31):

1. Информационни изчислителни машини, които служат за: а) централизирано събиране, представяне и регистрация на информацията; б) сигнализация и регистрация на отклоненията на параметрите на технологичния процес и на енергийните съоръжения; в) изчисление и анализ на технико-икономическите показатели; г) регистрация на оперативните действия; д) регистрация на аварийните режими.

При тази структура останалите подсистеми се изпълняват както при ръчната система с класически технически средства.

2. Управляващи изчислителни машини, които освен функциите на информационната подсистема извършват: а) даване съвети на операторите за водене на режимите; б) контрол на ръчните операции; в) въздействие на локални командни и регулиращи съоръжения; г) постепенно цялостно командване и регулиране при пускови режими, а в бъдеще още при нормални и аварийни режими.

Автоматизираният системи за управление с използване на изчислителна техника са скъпи. Докато капиталните вложения при ръчна система за управление съставляват 2,5 - 3,2% от стойността на енергийни блокове с мощност 200-300 MW в ТЕН, при автоматизирана система с информационна изчислителна машина те нарастват на 5-6%, съответно, с управляваща изчислителна машина достигат 7,5 - 8% (Л.1,5). Затова е необходима винаги технико-икономическа оценка за внедряване на автоматизирана система за управление, като се отчете нейното влияние върху: а) подобряване на информацията за състоянието на обектите; б) повишаване на надеждата и икономичната работа на енергийните съоръжения; в) увеличаване на маневреността и мобилността на енергийните блокове; г) качествено управление на енергийните блокове с немален брой на операторите.

Днес целесъобразността от прилагане на електронни изчислителни машини в системите за управление на енергийни блокове с мощност над 200-300 MW в електрическите централи е общпризната (Л.1,5,7,31). Проведените изследвания в (Л.18) показват ефективността от употреба на микропроцесори при управление на електрически подстанции с напрежение над 130 kV. Микро-изчислителните машини и микропроцесорите се явяват надеждна основа за непрекъснатото разширяне на функциите на бъдещите автоматизирани системи за управление.

Внедряването на изчислителна техника в системите за управление на електрическите централи и подстанции се извършва постепенно и непрекъснато във всички развити страни (САЩ, СССР, Япония, Англия, Франция, ФРГ и др.) (Л.1,5,7,18,31,35).

В зависимост от разстоянието между пунктовете и обектите за управление и от характера на класическите технически средства ръчното управление на електрическите централи и подстанции бива три вида:

1) местно, което се осъществява със силнотокowi технически средства в непосредствена близост до обекта (на разстояние до 10-20 м);

2) дистанционно, което се прилага в пределите на електрическите централи и подстанции при разстояние до 1-2 км и се изгражда главно със силнотокowi технически средства;

3) телемеханично, изпълнявано със слаботокowi технически средства при по-големи разстояния от 1-2 км.

По-нататък в книгата се разглежда дистанционното управление на електрическите съоръжения и уреди в електрическите централи и подстанции, което е база за развитие на бъдещите автоматизирани системи за управление и се явява обект на настоящата учебна дисциплина (вж. т. В.3).

1.1.3. ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКА СТРУКТУРА

Системите за управление на електрическите централи и подстанции имат ясно изразена иерархична структура, която определя взаимодействието на операторите с обектите. Организационно-техническата структура на системите за управление зависи от следните фактори: 1) тип и мощност на електрическата централа и подстанция; 2) единична мощност и технологични особености на основните енергийни съоръжения; 3) схомни и конструктивно-комановачни решения; 4) режим на електрическата централа и подстанция; 5) начин за управление на електроенергийната система; 6) разполагаеми технически средства.

Пунктовете за управление се явяват организирани технически центрове в структурата на системите за управление на технологичните процеси в електрическите централи и подстанции. Въз основа на натрупания опит и при отчитане на посочените по-горе фактори се приема следната организационно-техническа структура на системите за управление:

1. За ТИЕН и АЕН се изграждат три нива на управление: а) централна командна зала; б) блокови командни зали; в) местни пунктове.

От централната командна зала се управляват ЕУ за повишени напрежения и резервните съоръжения (трансформатори) за собствени нужди.

Блоковите командни зали служат за управление на агрегатите, топлинните и електрическите съоръжения на електроенергийните блокове "(реактор) - парогенератор-турбина-генератор-трансформатор", включително прекъсвачите за повишени напрежения и работните съоръжения за собствени нужди. Обикновено от една блокова командна зала се управляват по две блока. За блокове с мощност над 1000 MW се приемат индивидуални блокови командни зали.

В АЕН се строят разредни блокови командни зали, които позволяват да бъдат изключени безопасно реакторите при всички режими.

За общостанционните съоръжения (подаване на гориво, химическо очистване на водата, компресорна, електролизна, циркуляционна помпена стация и др.) и за отделни агрегати на блоковете (горелки на парогенераторите, подхранващи помпи, охлаждане, възбуждане, гасене на магнитното поле на генератора и др.) се предвиждат местни пунктове за управление.

2. Управлението на ТИЕН се извършва от: а) главна командна зала; б) групови (пехови) командни зали; в) местни пунктове.

Главната командна зала служи за управление на електрическите съоръжения и уреди на централата. От груповите командни зали се управляват отделно топлинните съоръжения на парогенераторния и турбинния пехове. По някога вместо групови командни зали се изгражда обща командна зала за топлинните съоръжения на 4 или 2 парогенератора и турбини. Местните пунктове се употребяват за управление на общостанционни съоръжения, както в т.1 по-горе.

3. При АЕН се прилагат две вида пунктове за управление: 1) централна командна зала, от която се управляват всички хидротехнически и електрически съоръжения и уреди; 2) местни пунктове, реализирани като: а) агрегати, които се монтират непосредствено до всеки хидроагрегат; б) за общостанционни нужди (отдалечена машинна агрегати за собствени нужди, открити ЕУ и др.).

4. Управлението на електрическите подстанции се извършва от: 1) централна командна зала, която се прилага за управление на системни и разпределителни подстанции, включително и на класически ЕУ 110-750 kV; 2) местни пунктове, от които се управляват класическите закрити ЕУ 6-20 kV, комплектните ЕУ 6-110 kV, компресорните уреди и др.

1.2. УСЛОВНИ ОЗНАЧЕНИЯ НА ВТОРИЧНИТЕ СХЕМИ

1.2.1. ОСНОВНИ ПОЛОЖЕНИЯ

Електрическите свързвания на техническите средства на системите за управление се изобразяват на вторични схеми посредством условни означения, които биват: 1) графични (символи); 2) буквено-числени (марки).

Условните означения на вторичните схеми обхващат (Л.11):

- 1) монтажни единици (функционални групи), които представляват: а) вериги на първичните (главните) схеми (генератор, трансформатор, линия, секционирание, вентилни отводи и др.); б) елементи на собствени нужди (акумулаторна батерия, трансформатор, реактор и др.); 2) електрически апарати; 3) контролни кабели; 4) вторични тоководещи вериги.

Към условните означения се поставят следните общи изисквания: 1) да бъдат прости, тъкани и удобни за работа; 2) да съдържат елементи на мнемоничност, които дават възможност за лесно и бързо възприемане; 3) да показват типа и функционалното предназначение на електрическите съоръжения (машини, апарати, кабели, вериги и др.).

През последните години у нас са издадени редица БДС във връзка с Единната система за конструкторска документация, в които са включени условните графични и буквено-числени означения на електрическите схеми (БДС 2.705-79; 2.711-79; 2.715-79; 2.721-80; 2.725-80; 2.726-82; 2.727-81; 2.372-81; 2.737-82; 2.738-82 и 2.755-78). Новите стандартни условни означения не удовлетворяват напълно посочените по-горе общи изисквания, което усложнява и ограничава тяхното широко приложение в електроенергетиката.

1.2.2. ГРАФИЧНИ ОЗНАЧЕНИЯ

Всички технически средства (електрически машини и апарати и техните елементи) на системата за управление имат условни графични означения. Връзките между тях се изпълняват чрез прави линии. Графичните означения се чертаят едно- и многополюсно (едно- и

многолинейно), като в двата случая основните елементи на символите се задават. На еднолинейните схеми броят на съединителните проводници може да се отбележи с къси чертички, наклонени под 45° .

Графичните означения трябва да привличат погледа, да се запомнят лесно и да показват условна същността и действителното на електрическите съоръжения. Затова към тях се поставят следните допълнителни изисквания: 1) да са пригодни за хоризонтални редове и за вертикални колони на електрическите схеми; 2) да не се усложняват заради конструктивните особености на съоръженията; 3) комутационните устройства (електрическите апарати и техните контакти) да се показват в нормално положение.

Графичните означения на комутационните устройства изискват следните допълнителни пояснения.

Нормалното положение на комутационните устройства се получава, когато към задвижването им не е приложено напрежение, през тях не протича ток и на техните подвижни контакти не действуват външна механична сила. Затова нормалното положение на комутационните апарати (прекъсвачи и разделители за високи напрежения, автоматични прекъсвачи и магнитни пускатели за ниски напрежения, командни ключове и др.) е изключено, на релейните апарати — при липса на ток през техните намотки, а на крайните изключватели — когато отсъствува механично въздействие върху тях. Превключвателите се означават в едно положение, което се приема за находно (условно нормално) и се отбелязва на схемата.

Контактите на електрическите (комутационни и релейни) апарати с две възможни положения се класифицират както следва:

- 1) според състоянието на апаратите: а) включващи (нормално отворени); б) изключващи (нормално затворени);

- 2) по скоростта на действие: а) нормални, които действуват моментно; б) с времезакъснение при зареждане; в) импулсни (моментни), които се затварят или отварят кратковременно при включване и изключване. Времезакъснението на контактите се означава графично с дъга от окръжност, която се съединява чрез две линии с основния символ на контакта. Дълбочината на дъгата показва посоката на забавяне на контакта. На импулсните контакти към обикновеното графично означение се прибавя триъл.

- 3) в зависимост от начина на превключване: а) автоматични (без механична връзка); б) с механична връзка. Обикновено контактите на релетата са автоматични и за тях воят дадените нормал-

ни графични означения. Блок-контактите от сигналните устройства на комутационните апарати (вж. т.1.4.3), крайните изключватели и рядко някои контакти на релета са с механична връзка, която се посочва с една или две прекъснати линии към символа на автоматичен контакт.

Препоръчва се подвижните контакти да се изобразяват така, че действащата сила за затварянето им да бъде в посока отгоре надолу и отляво надясно.

Контактите на ключове и прекъсвачатели, които имат две и повече състояния, се означават графично по следния начин. Възможните положения се отбелязват с вертикални прекъснати линии, които се заграждат с правоъгълник. Беригите на контактите се показват с хоризонтални линии. Затварянето на контактите при различните положения се посочва с точил върху вертикалните линии срещу самите контакти. Автоматичното самовъзвръщане в изходно положение се обозначават със стрелки над контактите. Заводите-производители дават понякога диаграмата, вътрешната електрическа схема и схемата на контактите пакети на ключа (вж. т.2.2.2).

У нас условните графични означения на вторичните електрически схеми са стандартизирани в редица норми БГО. Те са съгласувани с всички социалистически страни по линията на СИВ и голяма част от тях са уеднаквени с препоръчаните символи от Международната електротехническа комисия. В колона 2 на табл.1-2 са дадени стандартните условни графични означения на електрическите съоръжения, които се използват предимно в книгата.

1.2.3. СИСТЕМА НА МАРКИРОВКА

Системата на маркировка при вторичните схеми представлява съвкупност от рационални съчетания на условни буквено-числени означения на електрическите съоръжения и на вторичните тоководещи вериги.

Към системата на маркировка се поставят следните допълнителни изисквания: 1) да не допуска прилагането на еднакви означения за различни електрически съоръжения по вид и функция; 2) да позволява да се разграничават еквивалентните електрически съоръжения в една вторична схема; 3) да показва принадлежността на електрическите съоръжения и вериги към различните монтажни единици и на отделните елементи (намотки, контакти, съпротивления и др.) към

съответните съоръжения; 4) да разрешава да се намират двата края на съединителните проводници и на жлъта на контролните кабели без прозвъняване.

Таблица 1-2. Условни означения на електрически съоръжения

Наименование на съоръженията	Условно означение	
	Графично	Буквено
1	2	3
1. Монтажни единици		
1.1. Первични вериги		
Генератор, източник		G
Трансформатор		T
Линия електропроводна		UV
Събирателни шини		A
1.2. Собствени нужди		
Батерия акумулаторна		GB
Трансформатор за собствени нужди		TN
2. Електрически апарати		
2.1. Первични апарати и техните елементи		
Прекъсвач за високо напрежение		Q
Разединител, неавтоматичен прекъсвач		QS
Разединител заземителен		QSG
Автоматичен прекъсвач в силови (вторични) вериги		QF(SF)
Блок-контакт (краен изключвател) включващ		SQ, SQ5
Също, но изключващ		
Също, но импулсен		
Матичен пускател (контактор) - намотка		KM
Също, но включващ контакт с дълготрасене		
Също, но изключващ контакт с дълготрасене		
Предпазител топъл		F
Електромагнитен включващ, изключващ		YAC, YAT
Също, но блокиращ		YAB
Трансформатор токов		TA
Също, но напрежителен (междинен)		TV(TL)
2.2. Апарати за управление		
Ключ команден двупозиционен, превключвател		SA, SAC
Бутон включващ		SB
Също, но изключващ		

1	2	3
Преносни, преобразовател		B
Лампа сигнална (зелена, червена)		HL (EX)
Електрическа сирена, звънец		HA
Електрически двигател		M
Резистор		R
2.3. Измерителни апарати		
Амперметър, волтметър		PA, PV
Ватметър, ватметър		PWV, PVA
Честотометър, магнитен показател		PF, PQ
Електромер за активна, реактивна енергия		PI, PK
2.4. Релейни апарати - намотки		K
Реле помощно, блокиращо		KL, KB
Също, но за време, за фиксация		KT, KQ
Също, но сигнално, контролно		KN, KS
РПВ, РПН		KQS, KQT
РКВ, РКИ		KCS, KCT
Включващ контакт на реле		
Също, но със закъснение при сработване		
Също, но със закъснение при възвръщане		
Също, но импулсен при сработване		
Също, но импулсен при възвръщане		
Също, но импулсен при сработване и възвръщане		
Изключващ контакт на реле		
Релейна защита		AK
Системна автоматика (АПВ)		AKS
Телемеханична уредба		AS
2.5. Вторични шини		B
За управление, за сигнализация		BS, BS
За мигаща светлина, за напрежение		BS, BS
За звукова аварийна, предупредителна сигнализация		BS, BS
За пробване на лампите		BS, BS
За блокировки, за магнитни показатели		BS, BS
За сигнализации пелли, за задържане		BS, BS

Маркировката на електрическите съоръжения във вторичните схеми по новия БДС 2.737-82 се изпълнява с главни латински букви и арабски числа. Тя съдържа структурно следните пет

съставни части (I, II, III, IV, V):

I - основна буквена част, която има до три букви за означаване на вида (първата буква), основната функция (втората буква) и смисловата функция (третата буква) на съоръженията;

II - основна числена част за порядния номер на единичните съоръжения;

III - допълнителна буквена част от една буква, с която се посочва допълнителната функция на съоръженията (например, номиналното напрежение);

IV - допълнителна числена или буквена част за номера или фазовата принадлежност на едноименните елементи (без контактите), която се отделя от първите части с точка;

V - допълнителна (предимно) числена част за номериране на електрическите контакти, разделена от предните части с двете точки.

В маркировката на електрическите съоръжения са задължителни само първата буква от основната буквена част (I) и втората основна числена част (II). Следващите три допълнителни части (III, IV, V), заедно с предхождащите ги разделящи знаци, и втората и третата буква на първа част могат да се изпускат, когато от тях няма нужда.

За буквеното означение на видовете електрически съоръжения се разделят на групи, на които се присвоява по една главна буква от латинската азбука. За маркиране на основните, смисловите и допълнителните функции на съоръженията се преват нови разбивания на латинските букви или се комбинират буквите за видове съоръжения. Латинските буквени марки не са подходящи за международни означения, тъй като се загубва мнемоничността от разликите в азбуките и в наименованията на съоръженията на отделните страни. В колона 3 на табл.1-2 са показани стандартните условни буквени означения на електрическите съоръжения, които се устробават повнататък в книгата.

Маркировката на вторичните схеми дава комплексна информация за електрическите съоръжения и за техните елементи, които са отбелязани на последно място. Тя се построява при спазване на следните основни принципи:

1. Монтажни единици. Тахната маркировка е буквено-числена. Основната буквена част (I) съдържа букви, които съответствуват на вида и функциите на електрическите съоръжения. С основната числена част (II) се отбелязва порядният номер на единичните съоръжения. За едноименни монтажни единици се въвежда допълнител-

ната буквена част III, с която се означават номиналните напрежения на съоръженията: А-250 кV, В-400 кV, С-220 кV; D -110 кV; Е-20 кV; F-10 кV; G-6 кV и Н-0,38 кV. Монтажните единици обхващат: а) първични вериги: G3 - генератор трети; УУ4В - електропроводна линия четвърта за напрежение 400 кV; б) собствени нужди: ТМ - трансформатор спомагателен (за собствени нужди) първи; QM - батерия акумулаторна първа.

2. Електрически апарати. Маркировката им е буквено-числена, която само в отделни случаи съдържа петте части. Тя включва: а) първични апарати и техните елементи: Q2 - прекъсвач за високо напрежение втори; Q2.A:3 - блок-контакт трети на прекъсвач втори за фаза А; УАС1.А - електромагнит за включване първи на фаза А; б) апарати за управление: SA2 - ключ команден втори; SBC1 - бутон за включване първи; в) измерителни апарати: РА1 - амперметър първи; Р12 - електромер за активна енергия втори; г) релейни апарати: КЛ3 - реле помощно трето; КЛ2.1 - намотка първа на реле помощно второ; КЛ3:2 - контакт втори на реле помощно трето; д) вторични шинки: ЕС1 - шинка за управление първа; ЕН2 - шинка за сигнализация втори; ЕУ2.В - шинка за напрежение втора на фаза В.

3. Контролни кабели. Маркировката им е смесена. Тя се състои от две части: а) марката на монтажната единица, към която принадлежи кабелът; б) арабско число, което характеризира предназначението (местоположението) на кабела и неговия пореден номер в рамките на монтажната единица.

Арабските числа за втората съставка на марката условно се разделят по териториален принцип на стотици както следва: 001-099 - за кабели, на които двата края са разположени в РУ (съответно до енергийни съоръжения); 101-199 - за кабели, на които единият край се намира в РУ, а другият край - в командна зала (табла и пултове); 201-299 - за кабели, на които двата края са в командна зала. Следователно, първата цифра (на стотиците) на числото показва териториалното разположение на кабела, а вторите две цифри (на единиците и десеттиците) - поредния номер на кабела в даденото направление.

Двете части на всяка марка на кабела се разделят с тире или с наклонена черта: Т2-103 - трети контролен кабел към трансформатор втори, на които единият край е в РУ, а другият - в командна зала.

За обикновените контролни кабели, които обхождат съседни килии, полета или шкафове на РУ, първата част на маркировката е

първата буква "О", а за втората част числата се разбиват условно по функционално предназначение така: 1 - за оперативно напрежение при електродвигатели и електромагнити; 2 - също, но при командване и сигнализация; 3 - за напрежителни вериги при измерване; 4 - също, но при релейна защита; 5 - за оперативно напрежение при блокировки.

4. Вторични тоководещи вериги. Тахната маркировка е числена. За всяка монтажна единица се използват арабски числа, които се разпределят на стотици по функционален признак. В някои случаи пред или зад числата се прибавя латинска главна буква, с която се означава фазовата принадлежност на тоководещата верига.

Вторичните вериги се разделят на участъци от последователно включени контакти и намотки на електрическите апарати, от резистори, кондензатори, защитни съоръжения и др. Маркировката на участъците е различна и се изготвя последователно от източниците на захранване (вторични намотки на измерителни трансформатори, вторични шинки, автоматични прекъсвачи и предпазители) към потребителите, а при отклонения - отгоре надолу и отляво надясно.

При маркировката на вторичните вериги се спазва принципът за еквивалентност. Според него тоководещите вериги, които са свързани в една точка или преминават през съединителни клеми и разглобяеми контактни съединения, имат еднакво означение.

Марките на тоководещите вериги се нанасят над тях при хоризонтално разположение и вляво при вертикално изобразяване. Номерата на клемите към апаратите и клеморедите се отбелязват на другата (противоположната) страна, т.е. отдолу и вдясно на веригите.

4.1. Вериги за постоянно напрежение. Само след числената част на марките за вторични вериги на комутационни апарати с пофазно задвижване се прибавя главната латинска буква А, В или С, отговаряща на съответната фаза. Условното разпределение на числата по функционално предназначение за една монтажна единица е следното: за релейна защита 01-099 или F1-F99; за командване 1-599; за възбуждане 601-699; за сигнализация и блокировки 701-999.

При маркировката на тоководещите вериги за постоянно напрежение се прилага полярният принцип. Според него участъците с положителна полярност се означават с нечетни числа, с отрицателна полярност - с четни числа, а с изменяща и новияно променяща полярност - с нечетни и четни числа. Полярността на участъците се променя след технически средства за номинално напрежение (напрежителна намотка, електромагнит, сигнална лампа, сирена и др.). Последна

временно свързаните контакти, допълнителни резистори, разглобени контактни съединения и токови намотки не изменят полярността на веригите.

При наличие на няколко еднотипни вторични вериги (например, на няколко прекъсвача), захранвани чрез отделни защитни апарати (автоматични прекъсвачи или предпазители), функционално предназначенията числа се разбиват допълнително на групи, които се различават със стотици. Когато броят на числата от дадена група не е достатъчен за отбелязване на веригите, се препоръчва употребата на четиризначни марки. За целта пред тризначните означения се добавят числата 1, 2, 3 и т.н. За илюстрация при групата 101-199 може да се използват допълнителните числа 1101-1199, 2101-2199, 3101-3199 и т.н.

4.2. Верики за променливо напрежение. Пред числената част се добавя буквата А, В, С, N или Н, която означава фазовата принадлежност на веригата. Условното разделяне на числата по функционално предназначение за всяка монтажна единица е следното: за оперативно управление 1-399; за токови вериги 401-599; за напрежителни вериги 601-799.

Маркировката на отделните участъци се изпълнява с последователни (без разделяне на четни и нечетни) функционално предназначени числа, които се разбиват допълнително на групи:

1. За оперативно управление на еднотипни вторични вериги - на четири групи, които се различават със стотици: 1-99, 101-199, 201-299 и 301-399. Разпределението на числата в групите става както при постоянно напрежение.

2. За токови вериги на различните токови трансформатори (ядра или вторични намотки) - на групи по 10 броя, на които десетцифрите отговарят на породния номер на съответния токов трансформатор: за ТА1 : А(В,С, N)411-419; за ТА12 : А(В,С, N)521-529.

С всяка група от числа могат да се означават само десет последователни участъци на една фаза от токовете вериги на даден токов трансформатор. За маркиране на десетия и следващите участъци се използват четиризначните числа: за ТА1 : А(В,С, N)4110-4119; за ТА12 : А(В,С, N)5210-5219.

3. За напрежителни вериги на отделните напрежителни трансформатори - на групи по 10 броя, на които десетцифрите показват поредния номер на напрежителния трансформатор: за TV1 : А(В,С, N, H)611-619; за TV2 : А(В,С, N, H)621-629.

1.3. ВИДОВЕ ВТОРИЧНИ СХЕМИ

Вторичните схеми определят електрическите връзки между техническите средства на системите за управление. Те могат да се класифицират по следните основни признаци:

1) в зависимост от функционалното предназначение: а) за измерване; б) за командване; в) за блокировки; г) за сигнализиция; д) за релейна защита; е) за автоматизация.

2) според източниците на захранване: а) токови вериги; б) напрежителни вериги; в) оперативни вериги.

3) по общо предназначение: а) принцитни; б) пълни; в) монтажни.

4) според захранващото напрежение на оперативните вериги: а) за постоянно и изправено оперативно напрежение; б) за променливо оперативно напрежение.

5) в зависимост от изобразяването на принципните и пълните схеми: а) съвместни; б) разгънати.

Разделянето на вторичните схеми по функционално предназначение отговаря на функционално-технологичните подсистеми за управление.

Токовете вериги се захранват от вторичните намотки на токовите измерителни трансформатори. Към тях се свързват последователно токовите намотки на следните технически средства:

а) измерителни апарати (показвачи, регистриращи, интегриращи и фиксиращи (вж. т.2.1.1)): амперметри, ватметри, вариетри, електромери за активна и реактивна енергия, телензимителни устройства, осцилографи и др.;

б) релейни защиты: максимално токови, токови отсечки, диференциални, дистанционни, земни и др.;

в) автоматични устройства: АРВ на генераторите, автоматично регулиране на мощностите потоци, устройство за резервиране на отката на прекъсвачите, противосварийна автоматика и др.;

г) захранващи изправителни блокове за оперативно напрежение.

В зависимост от броя, мощността, необходимата точност и месторазположението на техническите средства, техните токови намотки се разпределят към един или няколко токови трансформатора, като се свързват последователно към съответните вторични намотки.

за да се получат затворени контури.

Напрежителните вериги се захранват от вторичните намотки на напрежителните измерителни трансформатори. Към тях се включват напрежителните намотки на следните технически средства:

а) измерителни апарати (показващи, регистриращи, интегриращи и фиксиращи (вж. т.2.1.1)): волтметри, честотометри, ватметри, варметри, електромери за активна и реактивна енергия, телеизмерителни устройства, осцилографи и др.;

б) релейна защита: посочна, дистанционна, максимално токова с пускане по минимално напрежение и др.;

в) автоматични устройства: АПВ, АБР, АРВ, АЧР, АРН и др.

г) специални устройства: синхронизиращи, блокиращи, захранващи изправителни блокове за оперативно напрежение и др.

Оперативните вериги се захранват с постоянно, изправено и променливо оперативно напрежение от специални източници. Към тях се отнасят:

а) командните вериги на комутационните апарати: прекъсвачи и разединители за високи напрежения и автоматични прекъсвачи и магнитни пускатели за ниско напрежение;

б) оперативните вериги на релейната защита и автоматиката, на които пусковите органи са свързани към токовете и напрежителните измерителни трансформатори;

в) веригите за сигнализация;

г) веригите за блокировки.

Източниците за оперативно напрежение трябва да имат висока надеждност за захранване при всички режими на електрическите централи и подстанции. За целта се използват следните видове източници: а) за постоянно напрежение – акумулаторни батерии; б) за изправено напрежение – силови изправителни устройства и захранващи блокове, които се включват към токовете и напрежителните измерителни трансформатори и към трансформаторите за собствени нужди; в) за променливо напрежение – токови и напрежителни измерителни трансформатори, трансформатори за собствени нужди и предварително заредени кондензатори.

Захранването оперативно напрежение е обикновено 220 V. Постоянното напрежение се използва за управление на комутационните апарати за високи напрежения (прекъсвачи и разединители) във всички електрически централи и подстанции. Променливото напрежение се прилага за управление на автоматични комутационни апарати за ниско напрежение (автоматични прекъсвачи и магнитни пускатели).

Напоследък при някои специални случаи (автоматизирани системи за управление с изчислителна техника; изсирателно управление, неутрализация на координатна сигнализация и телемеханично управление) се употребява постоянно напрежение 24 и 60 V.

Постоянно напрежение се захранват отговорните оперативни вериги на системите за управление: за командване, за релейна защита, за регулиране и за контрол на основните енергийни съоръжения в електрическите централи и подстанции. Постоянното напрежение служи за резервиране на маслените помпи към турбоагрегатите, устройствата за свързки, агрегатите за надеждното захранване на изчислителния комплекс и осветлението, които нормално се електроснабдяват с променливо напрежение.

Изправеното оперативно напрежение се прилага ограничено в електрическите централи и подстанции при: а) предупредителна сигнализация и блокировки на топлотехническите съоръжения в ТЕИ и АЕЦ; б) блокировки и командване на разединителите при големи открити РУ в чужбина (Л.11).

Използването на изправно напрежение се обуславя от следните фактори: а) просто контролиране на изолациите, при което се подава сигнал за поява на земно съединение в мрежата; б) употреба на малогабаритни вторични съоръжения.

Електрозахранването на мрежата става най-малко чрез два трифазни токоизправителя, за да се избегне пълното отпадение на изправеното напрежение.

Променливото оперативно напрежение се използва при: а) местни пунктове за управление, които са териториално разпръснати в електрическите централи и подстанции; б) малки разпределителни подстанции 110/6-20 kV в чужбина (Л.11); в) възлови станции и трансформаторни постове.

Мрежата за променливо напрежение се захранва минимум с две секции (два трансформатора) за собствени нужди 0,4/0,23 kV.

Прилагането на изправено и променливо оперативно напрежение има следните предимства: а) намаляване на капацитета или избягване на акумулаторните батерии; б) повишение на надеждността при захранване на отговорните оперативни вериги от акумулаторните батерии, тъй като се премахва влиянието на неизправностите в разклонените мрежи за управление на териториално разпръснатите съоръжения.

Съставянето на вторичните схеми започва с принципните и завършва с монтажните схеми. Всяка следваща схема представлява

все по-детайлна, по-точна и по-задълбочена разработка с оглед на практическото изпълнение.

Принципните схеми имат за цел да покажат електрическата връзка между елементите на вторичните съоръжения и последователността на тяхното действие. Те са навадни първични решения, които служат за изходна база при съставяне на следващите видове вторични схеми.

Пълните схеми се изготвят въз основа на принципните схеми. Те съдържат пълни технически данни и маркировка на вторичните съоръжения. На тях се изобразяват захранването от шинките и автоматите.

Монтажните схеми се съставят въз основа на пълните схеми. Те са последният етап при разработване на системите за управление и са предназначени за изпълнение на монтажните работи. Затова съдържат сведения за монтажа, като пространственото разположение на вторичните съоръжения, клеморедите, направлението на пакетите и кабелите, техническите данни и пълната маркировка.

Формата на изобразяване на вторичните схеми трябва да бъде удобна за тяхното бързо и лесно съставяне и разчитане.)

На съвместните схеми вторичните апарати се чертаят в глобален вид, заедно с всички намотки, контакти и изводи. Те се разполагат така, че връзките между тях да са прости и нагледни. Тук се показва първичната схема на монтажната единица, за да се разбере взаимодействието на вторичните и първичните съоръжения.

При съвременните електрически централи и подстанции съвместните схеми съдържат значително количество вторични апарати. Затова те се получават сложни и разклонени. Тяхното съставяне и разчитане се затруднява. По тези причини същите не намират практическо приложение в системите за управление. В някои случаи младите и неопитните специалисти ги използват за изходни при работа с разгънатите схеми.

На разгънатите схеми се изобразяват само съставните части (намотки, контакти, изводи и др.) на вторичните апарати. Всички електрически свързани елементи на различните апарати се начертаят според последователността на протичане на тока през тях в една пълна верига, оформена хоризонтално или вертикално (в редица или колона) с начало единия полюс (фазата) и край - другия полюс (нулата). Отделните вериги се разполагат една след друга в зависимост от последователността на тяхното действие. В резултат се получава съвкупност от редици или колони (хоризонтални или вертикални ве-

риги), която представлява разгънатата схема. Желателно е разгънатите схеми да се разработват в хоризонтални редове отгоре надолу и отляво надясно, за да се четат както текстов материал.

Структурно разгънатите схеми се оформят на отделни блокове според източниците на захранване и функционално-технологичното предназначение: а) токови вериги: за измерване, релейна защита, автоматика и т.н.; б) напрежителни вериги: за измерване, релейна защита, автоматика, синхронизация и др.; в) оперативни вериги: за командване, сигнализация, блокировка и т.н.

Разгънатите схеми имат следните предимства: а) позволяват лесно и бързо съставяне, разчитане, проследяване на действието и откриване на фалшиви вериги; б) при структурното разработване на схемите удобно се изпълняват различните функционални и технологични изисквания; в) допускат да се изготви в таблична форма техническата спецификация на вторичните съоръжения (вж. т.1.4.3).

Разгънатите схеми намират голямо приложение при системите за управление на електрическите централи и подстанции. За тяхното бързо съставяне и разчитане се прилагат следните мероприятия: а) използват се стандартните графични и буквено-числени означения на вторичните схеми (вж. т.1.2); б) дават се поясняващи таблици за функционалното предназначение на отделните тоководещи вериги.

1.4. СТРУКТУРА НА ВТОРИЧНИТЕ СХЕМИ

1.4.1. ОСНОВНИ ПРИНЦИПИ

Системите за управление играят важна роля за надеждната, безопасната и икономичната работа на електрическите централи и подстанции, поради което техните вторични схеми трябва да се разработват и изпълняват с особено внимание и отговорност. С нарастване на единичната мощност на енергийните съоръжения и на електрическите централи и подстанции все повече се усложняват вторичните схеми. Затова се налага те да имат висока експлоатационна надеждност, която се постига при спазване на следните принципи за изграждане на техната структура:

1) използване на надеждни независими източници за електрозахранване на системите за управление (главно акумулаторни батерии, изправителни устройства, захранващи блокове, трансформатори

за собствени нужди и др.);

2) избиране на надеждни централизирани електрически схеми с дълбоко секционирване на захранващата мрежа при осигуряване на работно и резервно електрооснабдяване на всяка секция;

3) максимална гъвкавост на функционалните подсистеми, при която неизправностите в една подсистема не нарушават работата на останалата част от системата за управление;

4) пълно разделяне на вторичните схеми за управление на отделните монтажни единици, при което повредите в управление на една монтажна единица не влияват нормалната работа на другите основни енергийни съоръжения;

5) непрекъснат контрол за изправността на вторичните схеми, който обхваща главно командните вериги за включване и изключване на комутационните апарати (прекъсвачите) и изоляциите на оперативните вериги;

6) максимална яснота на построяване на схемите за бързо ориентирване и лесно откриване на неизправностите и грешната работа в нормални и аварийни режими;

7) възможност за проверка на състоянието на вторичните схеми по функционално предназначение в рамките на отделните монтажни единици или за цялата електрическа централа и подстанция;

8) предвиждане на необходимите защитни съоръжения за максимална локализация на неизправностите и за сигнализиране при зареждането им чрез сигнални контакти;

9) недопускане на фалшиви вериги, които водят до неправилна работа на системата за управление и се получават в следните случаи: а) създаване на общи и напречни връзки без използване на самостоятелни контакти на разделителни и резмониторни релета; б) непълно разделяне на функционалните подсистеми; в) неотчитане появата на земни съединения; г) прекъсване на вторичните вериги в някои части.

Структурата на вторичните схеми се определя от следните фактори: а) тип, мощност, сложност, режими и системи за управление на електрическите централи и подстанции; б) брой и вид на източниците за захранване; в) брой на вторичните секции и начини за тяхното работно и резервно захранване; г) брой, мощност и териториално разположение на техническите средства.

1.4.2. ЗАХРАНВАЩИ МРЕЖИ

В електрическите централи и подстанции основни захранващи източници на системите за управление са акумулаторните батерии за постоянно напрежение. Електрооснабдяването на функционално-технологичните подсистеми за управление става от събирателните (оперативните) шини (секции) на акумулаторните батерии чрез следните самостоятелни многократно секционирани мрежи:

- 1) командна, която включва командването, релейната защита, автоматиката и блокировките;
- 2) сигнална, захранваща веригите за сигнализация;
- 3) задвижваща, към която се присъединява електромагнитното включване на прекъсвачите.

Всяка една от горните три мрежи може да се изпълни като:

а) отворена пръстеновидна, на която двете крайни секции се захранват чрез две кабелни линии; б) радиална, на която всяка секция се електрооснабдява чрез самостоятелна кабелна линия.

Захранващите кабелни линии могат да се превключват към събирателните (оперативните) шини (секции) на акумулаторните батерии.

Командната мрежа при големи електрически централи и подстанции се изгражда изцяло двойна, която се свързва към двете различни събирателни шини (секции) на акумулаторните батерии. В нормален режим едната командна мрежа е изключена. Другата командна мрежа и сигналната мрежа се включват към двете събирателни шини (секции).

Секциите на таблата и пултовете в командните зали се изпълняват с медни шинки, като секционирването се извършва според броя на управляваните РУ, енергийни съоръжения и др. Всяка секция на дадена мрежа получава освен работно и резервно захранване от съседните секции.

За управление на дадена монтажна единица се предвижда индивидуална електрическа схема, в която се отделят самостоятелни вторични вериги (блокове) за различните функционални подсистеми. Командната част на индивидуалната електрическа схема може да се превключва към двойната командна мрежа.

Наличието на две и повече захранващи линии за всяка секционирвана мрежа и на двойна командна мрежа повишава надеждността на елек-

троснабдяване на оперативните вериги. То позволява чрез секционирание и прехвърляне на товара към другата командна мрежа да се намери участъкът със земно съединение, без да се нарушава работата на останалата част от мрежата.

1.4.3. СЪСТАВНИ ЧАСТИ

Вторичните схеми се разработват за отделни монтажни единици и се чертаят многолинейно с показване на двата полуса за постоянно и изпревено напрежение и на фазата и нулата за променливо напрежение. В състава на пълните вторични схеми на всяка монтажна единица се включват следните разнородни, но взаимно допълващи се части:

1) поясняваща схема, която представлява принципа еднолинейна първична схема на монтажната единица с посочени вторични съоръжения (измерителни, командни, сигнални и др.);

2) пълни разгънати схеми на токовете, напрежителните и оперативните вериги, които се оформят на блокове според функционално-технологичното предназначение (за измерване, релейна защита, командване, сигнализация и т.н. (вж. т.1.3));

3) техническа спецификация на вторичните съоръжения, която се изпълнява таблично и съдържа наименование, тип, данни, каталожен номер, количество и производител на съоръженията;

4) схема на кабелните връзки и таблица за маркировка на контролните кабели и на техните жила, които изобразяват необходимите контролни кабели и жила за управление на монтажната единица;

5) монтажни схеми, които се съставят поотделно за всеки участък на монтажната единица (вж. т.4.2);

6) фасади на табла и пултове, които показват разположението на техническите средства (вж. т.4.1.2).

Поради големия обем на отделните съставни части, обикновено пълната вторична схема на всяка монтажна единица се изготвя на няколко чертежа.

При съставяне на вторичните токови, напрежителни и оперативни вериги се спазват следните постановки:

1. Включват се изпитвателни блокове и клеми за проверка, изпитване и регулиране на техническите средства през време на експлоатация, без да се прекъсват вторичните вериги. Чрез тях се избягват изключванията на монтажните единици при изпитвателни и ремонтни работи и случайните грешки при възстановяване на нормал-

ните вторични схеми (вж. т.4.2.1).

2. Една точка от вторичните намотки на токовете и напрежителните измерителни трансформатори се заземява в най-близкия клеморед или на самите изводи на трансформаторите. С това се предпазва персоналят и техническите средства при пробив на изолацията между първичните и вторичните намотки на трансформаторите.

3. За напрежителните и оперативните вериги се предвижда защита срещу къси съединения, което се изпълнява чрез автоматични прекъсвачи (автомати) и предпазители. Автоматичните прекъсвачи имат следните предимства: а) снабдени са с блок-контакти за сигнализация при тяхното изключване; б) бързодействащи са и блокират неправилните действия на релейните защиты при прекъсване на напрежителните вериги; в) имат неограничен срок на служба.

4. Разпределението на вторичното напрежение от напрежителните и оперативните вериги към техническите средства на различните монтажни единици в командните зали се извършва чрез специални вторични (напрежителни и оперативни) шинки, а в РУ - с т.нар. обиколни кабели за връзка между съседни килии, полета и шкафове. Шинките се изпълняват от мед с правоъгълна форма и се монтират в горната част на таблата и шкафовете. Те създават удобства за свързване на техническите средства и водят до намаляване на междинните кабелни връзки.

5. Захранването на напрежителните вериги на отделните монтажни единици от общи напрежителни трансформатори става през блок-контакти на техните шинни разединители. Това позволява при изключване на дадена монтажна единица да се прекъсва и вторичното напрежение към техническите средства. При РУ с двойна шинна система се постига още: а) автоматично прекъсване на напрежителните вериги на различните монтажни единици към съответните шинни напрежителни трансформатори; б) предотвратяване подаването на обратно напрежение към изключените общи шинни напрежителни трансформатори.

В оперативните вериги (за командване, сигнализация, блокировки и др.) широко приложение намират т.нар. блок-контакти от сигналните устройства на комутационните апарати. Всяко сигнално устройство представлява двупозиционен комплект от контакти за ниско напрежение на няколко вериги, който се свързва механично или пневматично със задвижването на съответния комутационен апарат. Сигналните устройства на комутационните апарати се комплек-

товат със следните три вида блок-контакти: а) включващи (нормално отворени); б) изключващи (нормално затворени); в) импулсен, който се затваря за момент при включване и изключване на някой типове прекъсвачи.

Сигналните устройства на комутационните апарати са монтирани към техните задвижвания и се намират в РУ. Те се свързват с техническите средства в командните зали чрез многожилни контролни кабели. Колкото е по-голямо количеството на използваните блок-контакти от сигналните устройства, толкова повече жила на контролни кабели са необходими в системата за управление. При значително разстояние между командните зали рязко се увеличават разходите за контролни кабели. Затова при недостатъчен брой на блок-контактите от сигналните устройства на комутационните апарати и за намаляване на броя на жилата и дължината на контролните кабели се прилага размножаване на блок-контактите чрез помощни двупозиционни релета - повторители. Различават се две схеми на свързване на релетата-повторители (Л.10): а) еднорелейна, при която едно помощно реле (с няколко двойки противоположни контакти) се включва към един блок-контакт от сигналното устройство; б) двурелейна, когато две помощни релета се присъединяват поотделно към два противоположни блок-контакта от сигналното устройство.

Втората схема е по-сложна и по-надеждна. Затова тя се прилага при големите РУ.

Комутационните апарати с пофазно задвижване имат самостоятелни сигнални устройства на всяка фаза. Единичните блок-контакти от сигналните устройства на трите фази се свързват според необходимостта в оперативната схема последователно или паралелно. Размножаването на блок-контактите на комутационните апарати с пофазно задвижване става поотделно за всяка фаза.

На фиг.1-1 е показана примерната схема на една секция от вторичните оперативни вериги в командна зала, захранвана от една акумулаторна батерия.

Шинките за управление ЕС и за сигнализация ЕН са свързани чрез независими кабелни линии към събирателните шини на акумулаторната батерия АСВ. Към шинките за управление се включват чрез автоматични прекъсвачи (автомати): а) индивидуалните шинки за управление на отделните монтажни единици ЕС1, ЕС2, ЕС3, ..., ЕСn; б) шинките за блокировки в РУ ЕВ.

Към шинките за сигнализация се присъединяват: а) индивидуалните вериги на сигналните лампи и устройството за мигаща

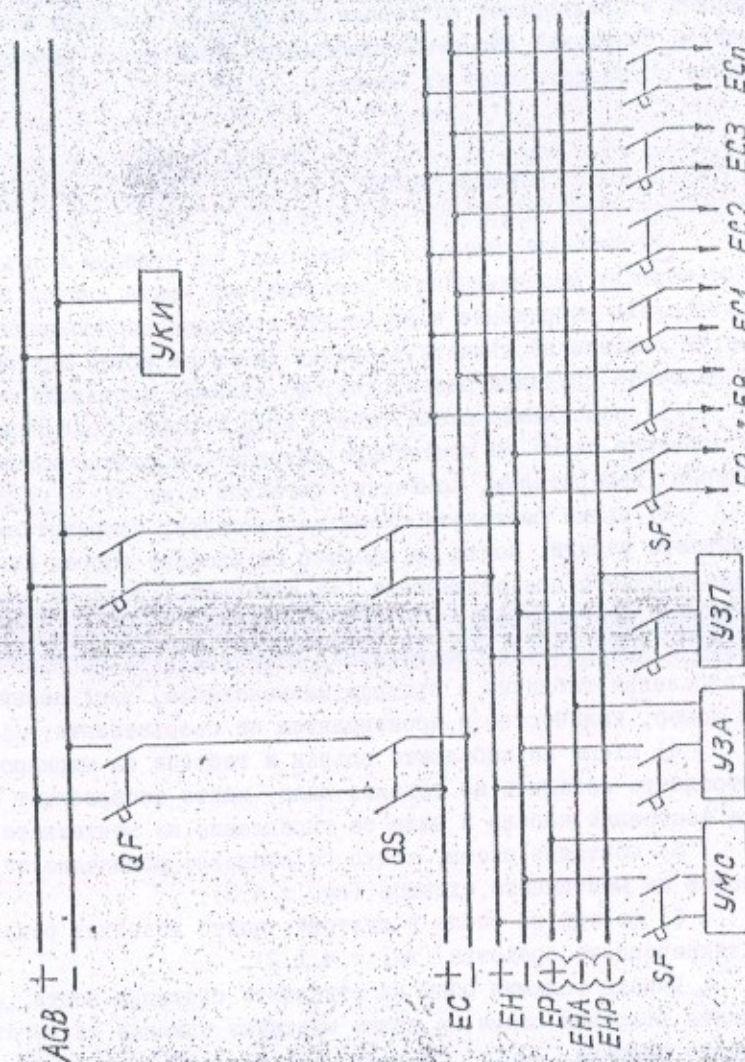


Fig. 1-1
500V

светлина УМС, което захранва шинката ЕР; д) индивидуалните пускови вериги и устройството за звукова аварийна сигнализация УЗА, което е свързано с шинката ЕНА; в) индивидуалните пускови вериги и устройството за звукова предупредителна сигнализация УЗП, към което е включена шинката ЕНР; г) шинките за магнитни показатели в РУ ЕЗ.

В практиката захранването на блоковките, магнитните показатели, индивидуалните вериги на сигналните лампи и пусковите вериги за звукова сигнализация на отделните монтажни единици се изпълнява по две начина: а) централно от шинките за управление и сигнализация, както е показано на фиг. 1-1; б) местно от индивидуалните шинки за управление на съответните монтажни единици.

Първият начин позволява магнитните показатели, блоковките и сигналните лампи нормално да се изключат и да се включат само при аварийни режими и при извършване на операции със съответните комутационни апарати. С това се намалява товарът за постоянно напрежение и се увеличава надеждността на системата за управление.

Контролът на изолацията в мрежата за постоянно напрежение се осъществява непрекъснато с устройството УКИ, което е свързано към съответните шини на акумулаторната батерия.

1.5. УПРАВЛЯВАЩИ СИГНАЛИ

1.5.1. ОСНОВНИ ПОЛОЖЕНИЯ

Управляващите сигнали са функционално-технологична основа за действие на системата за управление. Всеки подаван сигнал преминава през следните три етапа: 1) формиране от източник; 2) предаване чрез електрическа верига и междинни (помощни) устройства; 3) приемане от приемник.

Източниците за формиране на управляващи сигнали биват два вида: 1) ръчни, към които спадат командните ключове, бутоните и др.; 2) автоматични, обхващащи измерителните трансформатори, релетата за защита и автоматика, сигналните устройства на комутационните апарати и др.

Междинните устройства служат за предаване на управляващи сигнали според определени функционално-технологични и технически условия за действие на подсистемите за управление. Тук спадат раз-

личните релета, магнитните пускатели и др., които изпълняват следните функции: а) усилване на управляващите сигнали за мощни приемници; б) размножаване на контактите на източниците, когато един сигнал действа на няколко приемника; в) създаване на временни характеристики чрез преобразуване на управляващите сигнали.

Приемници се явяват електрическите задвижвания на комутационните и регулиращите съоръжения, измерителните и сигналните апарати и др. Те заработват от управляващите сигнали и извършват определени действия: операции с комутационните апарати, показване на информация от измерителните апарати, подаване на сигнали от сигналните апарати и т.н.

Източниците, предавателите и приемниците на отделните функционално-технологични подсистеми за управление се различават твърде много и се разглеждат детайлно по-нататък (вж. гл. втора). Тук ще се изяснят само основите на управляващите сигнали.

Управляващите сигнали се класифицират както следва (Л.4):

- 1) според броя на източниците и приемниците на даден сигнал: а) еднообектни, когато на всеки сигнал отговаря по един източник и приемник; б) многообектни, при които определен сигнал се формира един източник за няколко приемника и обратното - даден сигнал се подава от няколко източника за един приемник;
- 2) по метода на снемане: с ръчно и с автоматично снемане;
- 3) в зависимост от наличието на междинни устройства: а) преки (без междинни устройства); б) косвени (с междинни устройства);
- 4) съобразно времето за предаване: без и със времезакъснение;
- 5) съгласно времетраенето на действие върху приемника: кратковремени, продължителни, ограничено продължителни и пулсирани (периодични);
- 6) по начина за подаване на многообектните сигнали: а) едновременни (паралелни); б) последователни (сериенни).

1.5.2. ПОДАВАНЕ НА УПРАВЛЯВАЩИ СИГНАЛИ

За заработване на приемника е необходимо към него да се приложи достатъчно по стойност и продължителност управляващо напрежение. Надеждността на действие на системата за управление се повишава при включване на източника между положителния полюс (да-

зата) и приемника, на който другият край е свързан с отрицателния полюс (нулата) (Л.2,35). Когато не се спазва това условие, приемникът може да работи неправилно или да блокира при земни съединения.

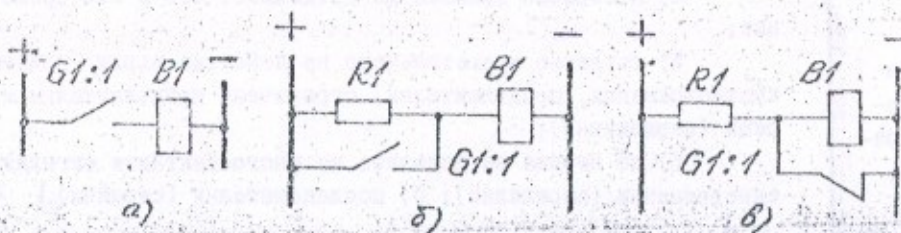
Според броя на включените полюси управляващите сигнали се подават еднополюсно и двуполносно. В практиката преобладава еднополюсното подаване на управляващите сигнали, което се употребява по-често в книгата. Двуполното подаване се използва при важни и отговорни приемници (например, прекъсвачи за напрежения над 110 kV (вж. т.2.2.3)).

В електрическите централи и подстанции се прилагат следните начини за подаване на управляващи сигнали (Л.9):

1. Включване на контакта на източника G1:1, който е свързан последователно с приемника B1 (фиг.1-2,а). Това е най-често срещаният метод за управление на комутационни електрически апарати с общ контрол на командните вериги (вж. т.2.4.4 и 3.1).

2. Затваряне на контакта на източника G1:1, който мунтира добавъчния резистор R1, свързан последователно с приемника B1 (фиг.1-2,б). Този способ се употребява по-рядко при управление на комутационни апарати с индивидуален контрол на командните вериги (вж. т.2.4.4 и 3.1). Добавъчният резистор се избира така, че при отворен контакт на източника напрежението към приемника да не е достатъчно за неговото зареждане.

3. Изключване на контакта на източника G1:1, мунтиращ



Фиг.1-2

приемника B1 (фиг.1-2,в). Тук добавъчният резистор R1 предотвратява късото съединение при включен контакт на източника. Неговата стойност трябва да позволява зареждане на приемника, когато се отвори контактът на източника. Тази схема се използва при сигналната подсистема за управление.]

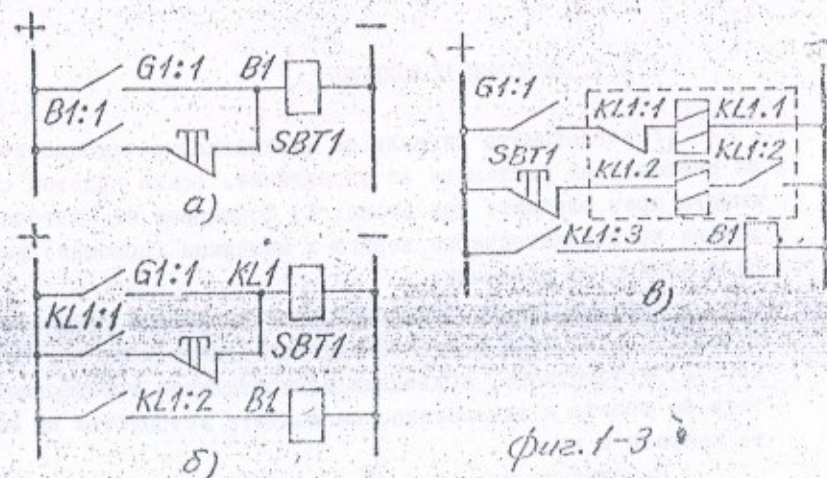
Често пъти към приемниците се подават косвени управляващи сигнали от междинни устройства, на които контактите се свързват според фиг.1-2.

1.5.3. ПРЕОБРАЗУВАНЕ НА УПРАВЛЯВАЩИ СИГНАЛИ

В системите за управление на електрическите централи и подстанции се срещат управляващи сигнали с различно времетраене на действие върху приемника (вж. т.1.5.2), които в много случаи се налага да се преобразуват предварително от един тип в друг.

1. Преобразуване на кратковременни сигнали в продължителни. Съществуват три начина за това преобразуване, които се свеждат до самозадържане (самозахранване) на подадения кратковременен сигнал: а) безрелейно (фиг.1-3,а); б) с еднонамотачно реле (фиг.1-3,б); в) с двунамотачно дупозиционно реле (фиг.1-3,в).

При първия способ управляващите сигнали са преки, а при втория и третия – косвени, като за междинни устройства се използват еднонамотачното или двунамотачното реле KL1. За преобразуване на кратковременните сигнали на източника в продължителни се създава веригата на самозадържане, като паралелно на контакта G1:1 се свързва контактът на приемника B1:1 или на междинното реле KL1:1 (KL1:2 и намотка KL1.2). Продължителните сигнали се спират

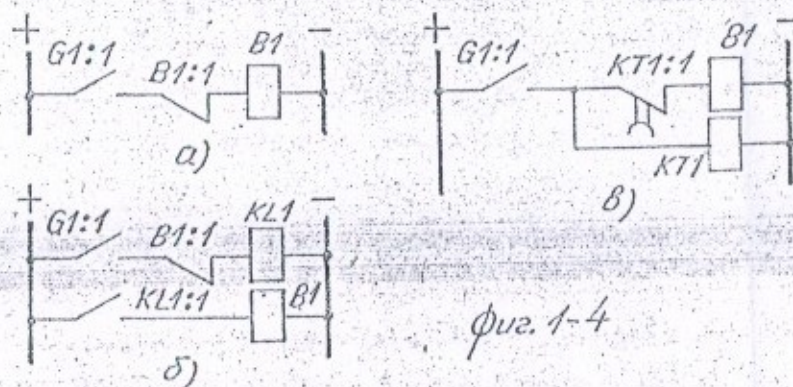


Фиг.1-3

ръчно чрез изключващия бутон SBT1.

За преобразуване на кратковремени сигнали в ограничено продължителни се прилагат вторите две схеми от фиг. 1-3. За пълта кратковременните сигнали се превръщат в продължителни. След това техната продължителност се ограничава автоматично от изключващ контакт на приемника, който се свързва на мястото на бутона за спирене във веригата на самозадържане.

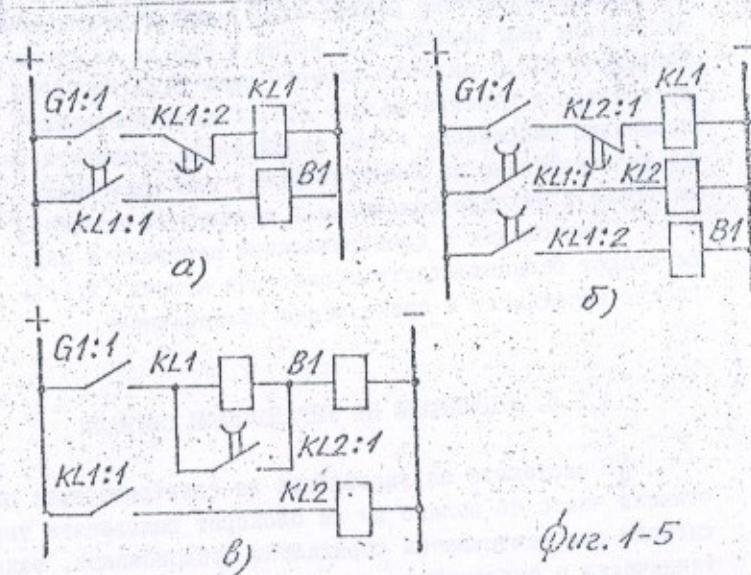
2. Превръщане на продължителни сигнали в кратковремени. Възможни са следните три характерни схеми за автоматично преобразуване на подаваните продължителни сигнали в кратковремени чрез самопрекъсване на управляващата верига: а) безрелейна (фиг. 1-4, а); б) с помощно реле (фиг. 1-4, б); в) с реле за време (фиг. 1-4, в).



Първата схема е самоблокираща. При заработване на приемника с неговия изключващ контакт B1:1 се прекъсва продължителният управляващ сигнал. Втората схема е аналогична на първата, само че тук управляващият сигнал се предава към приемника чрез междинно устройство с помощно реле KL1. В третата схема продължителността на подавания сигнал се определя от закъснението на изключващия контакт на релето за време KT1.

3. Преобразуване на продължителни сигнали в пулсиращи. В практиката получаването на пулсиращи сигнали става чрез релейни схеми, които се наричат мигащи устройства (мигачи). Различават се следните три вида мигащи устройства: а) еднорелеен мигач (фиг. 1-5, а); б) двурелеен паралелен мигач (фиг. 1-5, б); в) двурелеен серийен мигач (фиг. 1-5, в).

Еднорелейният мигач действа по следния начин. Подаваният продължителен сигнал с контакта на източника G1:1 предизвиква заработване на помощното реле KL1. Неговият контакт KL1:1 включва



и подава напрежение на приемника. Контактът KL1:2 изключва и прекъсва захранването на релето KL1, което се възвръща. Продължителността на управляващия сигнал към приемника се определя от време-закъснението на изключване на контакта KL1:1. При включване на контакта KL1:2 със закъснение описаният цикъл се повтаря до снемане на продължителния сигнал чрез отваряне на контакта G1:1. Тази схема не осигурява напълно достатъчен интервал от време между два последователни сигнала. Затова се прибегва към следващите двурелейни мигачи.

Приемникът на паралелния мигач B1 се включва нормално (паралелно) към захранващата оперативна верига. При поява на сигнал от източника (включване на контакта G1:1) заработва помощното реле KL1. Неговите два контакта KL1:1 и KL1:2 включват мигновено приемника B1 и второто помощно реле KL2, на което контактът KL2:1 изключва релето KL1. Продължителността на подавания сигнал към приемника се определя от време-закъснението на контакта KL1:2. С отваряне на контакта KL1:1 със закъснение се изключва релето KL2. Интервалът от време до следващия сигнал към приемника зависи от закъснението при включване на контакта KL2:1. След това целият цикъл започва отначало.

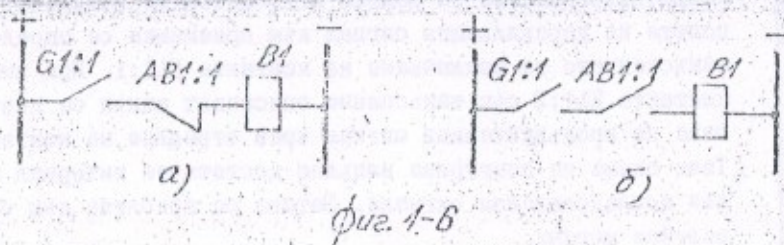
Приемникът на серийния мигач B1 се свързва последователно с помощното реле KL1. При подаване на управляващ сигнал чрез кон-

такти G1:1 зарежда релето K11, което е високоомно. Приложено то напрежение към приемника е ниско и той не се пуска в действие. Контактът K11:1 включва второто реле K12. Неговият контакт K12:1 се затваря и пунтира релето K11. С това приемникът се захранва с номинално напрежение и той задейства. Неговата работа продължава до изключване на контакта K12:1 със закъснение. С това схемата се връща в изходно положение и цикълът се повтаря.]

Напоследък в електрическите централи и подстанции в чужбина се срещат безконтактните тиристорни мигащи (Л.1,11), които имат висока надеждност и практическа дълговежност.

1.5.4. БЛОКИРАНЕ НА УПРАВЛЯВАЩИ СИГНАЛИ

В системите за управление на електрическите централи и подстанции често се излага да се блокират подаваните управляващи сигнали при неизпълнени определени функционални, технологични, технически и експлоатационни условия и изисквания. За целта във вторичните схеми се предвиждат блокиращи оперативни вериги, в



които се свързват специални технически средства (блокировки, реле, блок-контакти на комутационни апарати, крайни изключватели и др.) за блокиране на подаваните управляващи сигнали по принципа на съответствие и несъответствие (Фиг.1-6).

Блокировката по принципа на съответствие (Фиг.1-6,а) прекъсва подаването на управляващия сигнал към приемника B1, когато източникът и блокиращото устройство се намират в еднакво положение. Затова в схемата се свързват последователно противоположни контакти на източника G1:1 и на блокиращото устройство AB1:1.

Блокировката по принципа на несъответствие (Фиг.1-6,б) прекъсва управляващия сигнал към приемника, когато източникът и блокиращото устройство са в различно положение. За целта в схема-

та са включени последователно еднотипни контакти на източника G1:1 и на блокиращото устройство AB1:1 (Фиг.1-6,б са показани два включващи контакти).]

Глава втора

ФУНКЦИОНАЛНИ ПОДСИСТЕМИ ЗА ДИСТАНЦИОННО УПРАВЛЕНИЕ

2.1. ДИСТАНЦИОННО ИЗМЕРВАНЕ

2.1.1. ОСНОВНИ ПРИНЦИПИ

Дистанционното измерване е част от информационната подсистема за управление. При него източници за управляващи сигнали са вторичните намотки на токовите и напрежителните измерителни трансформатори, а приемници – измерителните апарати.

Технологичният процес в електрическите уредби на електрическите централи и подстанции се контролира чрез електрически измервания със следните видове измерителни апарати: а) показващи (обикновено стрелкови) – за визуално наблюдение; б) регистриращи (пишачи) – за непрекъснато записване (графично или числено) на параметрите в нормални режими; в) интегриращи – за сумиране на измерените параметри във времето; г) фиксиращи (бързописи) – за ускорено графично записване на параметрите в аварийни режими.

Разработването на дистанционното измерване се свежда до избор на: а) обем на измерването; б) измерителни апарати; в) разположение на измерителните апарати; г) начин на измерване.

Обемът и разположението на измерителните апарати зависи от характера на обекта и от избраната организационно-техническа структура на системата за управление (вж. т.1.1.3). При това се отчитат действащите нормативни документи за обема на измерването (Л.19). Най-често се търси оптималното решение, което осигурява необходимата информация за технологичния процес при минимални капитални вложения.

Недостатъчният обем на измерването затруднява техническата експлоатация на електрическите централи и подстанции, а излишните измерителни апарати претрупват командните зали и пречат за правилната работа на операторите. В (Л.19,20,24,25,26) е даден пропорционалният обем на измерителни апарати за различните монтажни

единици в електрическите централи и подстанции.

Изборът на електроизмерителни апарати се извършва въз основа на: а) величините за измерване; б) необходимата точност; в) диапазона на изменение на величините; г) разстоянието от оператора до апаратите; д) работните условия.

Според измерваните електрически величини (напрежение, ток, мощност, енергия и честота) се избира типът на измерителните апарати (волтметър, амперметър, ватметър, варметър, електромер за активна и реактивна енергия и частотометър).

Съгласно (Л.19) показващите, регистриращите и фиксиращите измерителни апарати трябва да имат клас на точност от 1 до 2,5. Търговските електромери за активна енергия не бива да са с клас по-нисък от 2, при междусистемни връзки за напрежение 110 kV – 1, а за 220 kV и повече – 0,5. Амперметрите в електрическите подстанции и към електродвигателите се допуска да бъдат от клас 4.

Обхватите на измерителните апарати се избират според диапазона на изменение на измерваните величини при отчитане на конструктивната система на апаратите: магнетоелектрична, електромагнитна, индукционна, феродинамична и вибрационна. Стандартните обхвати на амперметри, волтметри, и ватметри са 1; 1,2; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 7,5 и 8 или кратните им на 10 и 100. Обикновено обхватите на показващите апарати се приемат така, че преобладаващата част от стойността на измерваната величина да бъде около 75% от скалата. При отчитане на характера на веригите най-често обхватите се избират както следва: а) на амперметри, ватметри и варметри към синхронни генератори с – 30%, към силови трансформатори – с 40%, към асинхронни двигатели – с 50% и към електропроводни линии – с 20-50% над номинален ток и мощност на електрическото съоръжение; б) на волтметри – с 20% над номиналното напрежение; в) на частотометри – от 45 до 55 Hz.

Разстоянието на оператора до измерителните апарати и разположението на последните са определящи за размерите на фасадите на апаратите. С приближаване на апаратите техните размери могат да се намаляват пропорционално. При избора на габаритите на апаратите се излиза от условието за добра видимост при минимални размери на апаратите. Така например при хоризонтално разположение на измерителните апарати на пулт за управление са достатъчни апарати с габарити 40x40 mm. За апаратите, монтирани на приставката на пулта, габаритите се увеличават до 60x60 mm, а за апаратите на вертикални табла се избират габарити, не по-малки от 120x120 mm.

На скалите на измерителните апарати се показва положението на монтиране: I - вертикално; II - хоризонтално и III - наклонено. Когато апаратите могат да се разполагат във всички положения, на техните скали на се посочват горните знаци.

През последните години в електрическите централи и подстанции се употребяват линейни измерителни преобразователи за променлив ток и напрежение с унифицирани изходящи сигнали за постоянен ток 0-5 mA и напрежение 0-10 V. Те се включват непосредствено към вторичните намотки на измерителните трансформатори и се явяват мащабни устройства при дистанционното измерване. Унифицираният изходен сигнал е пригоден за многократно използване и за различни цели: дистанционно измерване, телеизмерване, въвеждане в електронни изчислителни машини и др.

Към измерителните преобразуватели се свързват аналогови сигнализиращи контактни измерителни апарати тип АСК (Л.1.11.31). Те имат специална конструкция с тясно профилен корпус, на който габаритите са 160x30x265 mm. Всеки апарат съдържа измерителен механизъм (магнитоелектричен, електромагнитен или фараддинамичен) според измервателната величина, подвижна част с отледелна оптична система, елементи на измерителната схема и лампа за светлинния указател на скалата. Тези апарати заемат пет пъти по-малко място на таблата и пултовете, като дължината на скалата се запазва за качествено отчитане. Специални цветни светофилтри на скалата създават възможност автоматично да се изменя цветът на светлинния указател (например, червен или зелен), когато измерваната величина е извън допустимите граници. Този допълнителен източник на информация облекчава твърде много работата на операторите за бързо откриване на неисправните съоръжения и режими. Измерителните апарати могат да се комплектуют с фоторезистори, които подават сигнал или извършват автоматично регулиране при големи отклонения на контролираните параметри.

В командните зали се прилагат модулни многоканални измерителни апарати за 3, 4 и 8 канала, които контролират едновременно параметри с еднакъв диапазон на изменение. Всеки градивен модул се състои от четири измерителни механизма с обща оптична система и лампа. Те са много подходящи за изборително измерване (вж. т.2.1.2) и заемат два пъти по-малко място от единичните тясно профилни апарати.

Електрическите централи и подстанции има много фактори, които влияят върху точността на дистанционното измерване, като

околна температура, влага, вибрации, задръжливост, магнитни и електрически полета. Затова при проектиране на дистанционното измерване и на командните зали, където са разположени големият част от измерителните апарати, трябва да се предвидят близки до нормалните работни условия чрез кондициониране на въздуха, екраниране на контролните кабели и др.

Разгънатите схеми за дистанционно измерване на една монтажна единица представляват част от общата разгъната вторична схема. Те се съставят последно за токови и напрежителни вериги и се маркират в съответствие с т.1.2.3.

Измерителните апарати се свързват към вторичните намотки на токовите и напрежителните измерителни трансформатори чрез контролни кабели. Схемите на тяхното включване са правилни, когато посоката на тока (мощността) през апарата остава същата, както при неговото директно присъединяване към съответната монтажна единица. За спазване на това условие е необходимо строго да се съблюдават означените изводи на измерителните трансформатори и апарати.

Токните трансформатори са обикновено дву-, три- и четири-ядрени. Едно от ядрата е предназначено за свързване на измерителни апарати. То има по-висок клас на точност и подходяща волт-амперна характеристика. Напрежителните трансформатори са с една работна вторична намотка, която служи за присъединяване на измерителни и релейни апарати. При наличие на дистанционна защита за електропроводни линии над 110 kV напрежителните вериги за измерване и за релейна защита се разделят и се захранват през отделни автоматични прекъсвачи или предпазители.

Измерителните трансформатори трябва да бъдат с един клас на точност по-висок от този на включените измерителни апарати.

2.1.2. ВИДОВЕ ДИСТАНЦИОННО ИЗМЕРВАНЕ

Според начините на измерване се различава индивидуално (класическо) и изборително дистанционно измерване.

В нашата практика преобладава индивидуалното дистанционно измерване, което е непрактично. При него за всяка монтажна единица се предвижда независим комплект от показващи измерителни апарати (амперметър, волтметър, ватметър и др.). Скалите се свързани към индивидуалните токови и напрежителни вериги и непрактично

като посочват стойностите на измерваните величини на съответната монтажна единица.

Към изобретателно измерване се прилага обикновено при увеличаване на изобретателно управление (ви. т. 3.6). То е дискретно, позволява да се съкрати обемът на електроизмервателните апарати в командните зали и почива на следния принцип. За измерване на едно-родни величини (ток, напрежение, мощност и др.) на различните монтажни единици се използва един комплект от показващи измервателни апарати (амперметър, волтметър, ватметър и др.), който е нормално изключен. При необходимост от измерване на величините на дадена монтажна единица комплектът от измервателни апарати се включва към нейните токови и напрежителни вериги чрез индивидуални изобретателни релета.

На фиг. 2-1 е показана разгънатата схема на изобретателно измерване на ток и напрежение: а - токови вериги; б - напрежителни вериги; в - оперативни вериги.

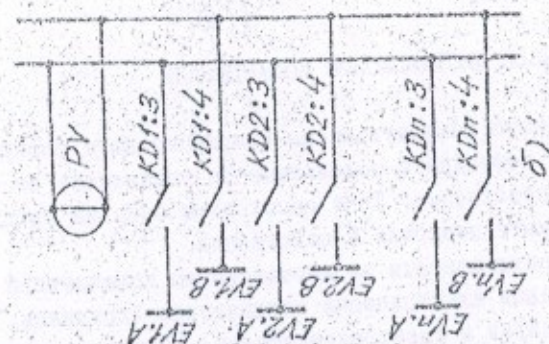
Съответната монтажна единица се избира чрез бутони и релета. За простота се допуска следното: а) бутоните са с механично самозадържане; б) с натискането на един бутон се осъществява еднозначен избор, като се изчиства предварителният избор с друг бутон; в) изчистването на даден избор става с ненапълно натискане на един от останалите бутони.

За да не се прекъсват вторичните вериги на токовите трансформатори, се използват механични трансформатори *TL* или шунтови съпротивления.

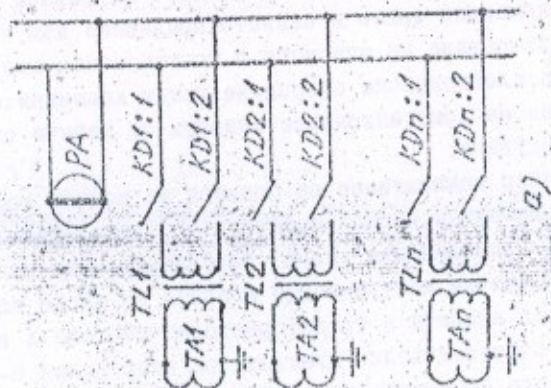
Схемата действа по следния начин. С натискане на даден изобретателен бутон (например *SBD1*) се подава напрежение на съответното изобретателно реле (в случая *KD1*). То задейства и с контактите си включва индивидуалните токови и напрежителни вериги на избраната монтажна единица към комплекта от измервателни апарати (амперметър и волтметър). За прекъсване на измерването е необходимо да се натисне не напълно един от останалите бутони, с което се деблокира самозадържането на избрания бутон и схемата се връща в изходно неутрално положение.

В практиката еднозначността на избора се осигурява по електрически път. Изобретателните бутони се комплектуют с по три контакта: един включващ за избор и два изключващи за блокировка. Единият полюс на захранване на общите вериги се подава отгоре (например "+"), а другият - отдолу (например "-"). Първият контакт на всеки бутон се свързва, както е показано на фиг. 2-1, в.

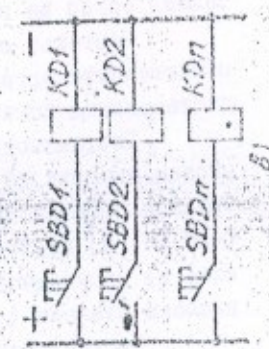
Волт- метър	Индивидуални вериги		
	на	2-ра	1-ва
	M.E.	M.E.	M.E.



Ампер- метър	Индивидуални вериги		
	на	2-ра	1-ва
	M.E.	M.E.	M.E.



Индивидуални вериги на		
на	2-ра	1-ва
	M.E.	M.E.



Фиг. 2-1

Другите два контакта се включват в захранващите вериги след съответната индивидуална верига по посока на захранване. С натискане на бутона с първия контакт се осъществява изборът, а с останалите два контакта се осигурява еднозначност на избора. За целта те прекъсват "+" захранването на всички следващи индивидуални вериги и "-" захранването на всички предишните индивидуални вериги.]

2.2. ДИСТАНЦИОННО КОМАНДУВАНЕ

116

2.2.1. ВИДОВЕ ДИСТАНЦИОННО КОМАНДУВАНЕ

Дистанционното командване на комутационните електрически апарати е част от командната подсистема за управление на електрически централи и подстанции. То е необходима база за автоматизирането на електрическите централи и подстанции.

Комутационните апарати за дистанционно командване се комплектоват с подходящи електрически задвижватели (пружинни, пневматични, електромагнитни и електродвигателни), които се явяват приемници или изпълнителни органи. Управляващите командни сигнали се наричат команди, източниците на команди – командни органи, а междинните устройства – междинни органи.

Командите на комутационните апарати се подават ръчно и автоматично. Ръчни командни органи са ключовете, преключателите и бутоните, а автоматични – релейната защита и системната автоматика.

Под дистанционно командване се разбира формиране на команда чрез ръчен команден орган и нейното предаване към изпълнителния орган за извършване на операция с комутационен апарат.

Чертаят на електрическо свързване между командните и изпълнителните органи на комутационните апарати се нарича схема за дистанционно командване.

Дистанционното командване се прилага за всички комутационни апарати за високи и ниско напрежения в електрическите централи и подстанции с изключение на: а) разединители за напрежения 6-20 kV; б) пневматични комутационни апарати за ниско напрежение; в) комутационни апарати в трансформаторни постове и във високи станции (разпределителни пунктове за напрежения 6-20 kV).

Дистанционното командване може да се класифицира по след-

ните критерии:

1) в зависимост от структурата на схемата (на връзката между командните и изпълнителните органи): безредлейно (пряко) и редлейно (косвено);

2) по начините на командване: индивидуално (класическо), изборително и групово;

3) според вторичните съоръжения: с класически, малоработни и безконтактни съоръжения.

При безредлейно дистанционно командване оперативните команди се подават пряко към изпълнителните органи на комутационните апарати. При редлейно командване връзките между командните и изпълнителните органи се осъществяват чрез междинни органи.]

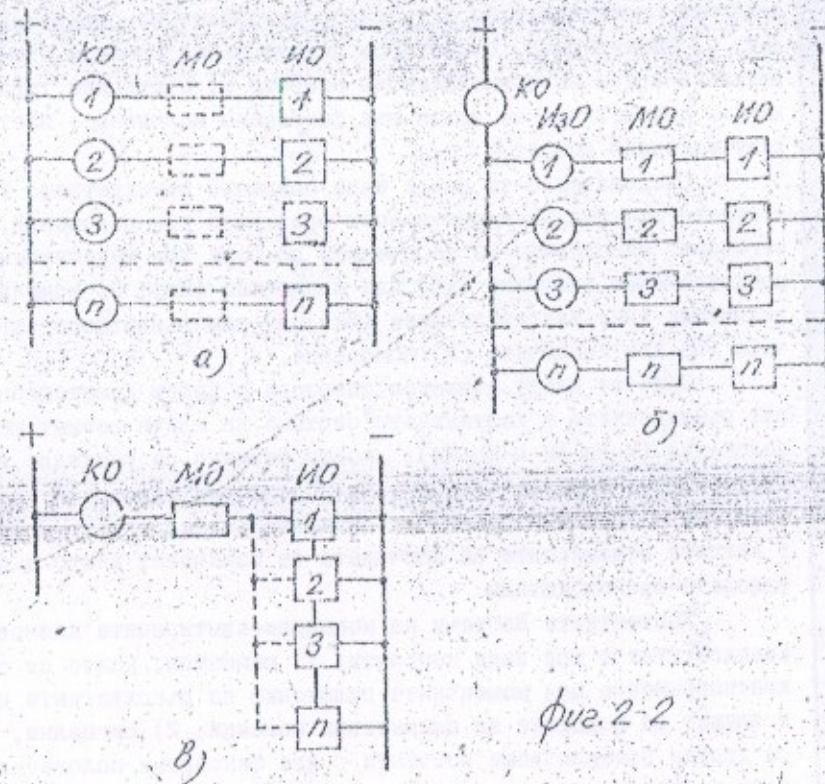
На фиг. 2-2 са показани трите начина за дистанционно командване: а – индивидуално; б – изборително; в – групово; КО – команден орган; МО – междинен орган; ИО – изпълнителен орган; ИМО – изборителен орган.

При индивидуално дистанционно командване (фиг. 2-2, а) броят на командните органи е равен на числото на изпълнителните органи. С други думи, за всеки комутационен апарат се предвижда индивидуален ръчен команден орган, който се свързва със съответния изпълнителен орган чрез самостоятелен контролен кабел. Индивидуалното дистанционно командване се изпълнява безредлейно и редлейно. То е най-просто и прегледно. При голям брой на командваните комутационни апарати количеството на таблата и пултовете и размерите на командните зали нарастват значително, което затруднява нормалната работа на операторите.]

Изборителното дистанционно командване на комутационни апарати (фиг. 2-2, б) става чрез два ръчни органа: изборителен и команден. Броят на изборителните органи отговаря на количеството на изпълнителните органи. Командният орган е един общ за всички комутационни апарати. За всяка операция с даден комутационен апарат се извършват две последователни манипулации с ръчните органи: а) подготвителна, при която се избира обекта за командване чрез включване на индивидуалните вериги на съответния изпълнителен орган към общия команден орган; б) изпълнителна, при която чрез общия команден орган се подава команда към изпълнителния орган на избрания обект.

Схемите за изборително командване изключват възможността за едновременно избиране и подаване на обща команда на повече от един обект (изпълнителен орган). Изборителното командване позво-

ява да се осведомят до минимум грешните действия на операторите по следните причини: а) всяка операция с един комутационен апарат се осъществява с две ръчни манипулации; б) операторът има възможност да провери правилността на избрания обект преди да подаде изпълнителна команда.



фиг. 2-2

При избирателно командване се намаляват капиталните вложения за управление, тъй като могат да се използват понижено напрежение 60 V, малогabarитни вторични съоръжения, телефонни кабели и командни зали с по-малък площ. Слаботокровите вторични съоръжения се изпълняват в херметично затворени блокове с напасани изводи. Затова те имат висока надеждност и ремонтнопригодност, което е много съществено при системите за управление.

Избирателното командване се изпълнява винаги релейно.

Груповото дистанционно командване на група от комутационни апарати (фиг. 2-2, в) се извършва с един команден орган. Общата команда може да се подава на изпълнителните органи по два способа:

а) последователно (серино) по определена програма (на фиг. 2-2, в означено с пълни линии); б) едновременно (паралелно) (на фиг. 2-2, в посочено с прекъснати линии).

Груповото дистанционно командване е релейно. То се явява основа за разработване на иерархична децентрализирана система за функционално-групово управление (гл. т.1.1.2). Функционалната група представлява съвкупност от технологично свързани съоръжения за изпълнение на определена функция. Обединяването на енергийните съоръжения във функционални групи става според техните конструктивни, функционални и технологични особености. Например, съоръженията към турбогенераторите при ТЕЦ и АЕЦ образуват следните функционални групи: охлаждане, възбуждане и синхронизиране (Л.1,31).

Груповото дистанционно командване значително облакчава работата на операторите и намалява техните грешни действия. За съоръженията с групово дистанционно командване обикновено се предвижда и индивидуално командване, което се използва при изпитване, ремонт и неизправности на техническите средства към функционалните групи.

Индивидуалното дистанционно командване (наричано за краткост по-нататък дистанционно командване) е най-разпространено в електрическите центри и подстанции. Към избирателно командване се преминава при наличие на значителен брой комутационни апарати, които трябва да се управляват централизирано от една командна зала. У нас то се прилага при управление на големи открити РУ в ТЕЦ, АЕЦ и някои системи електрически подстанции. Груповото дистанционно командване се използва при технологично свързани съоръжения, които се управляват едновременно (например, електрическите задвижвания на паралелни паропроводни пикла към парогенераторите) или по определена програма (например, последователна помпа с нейните спомагателни помпи за създаване и охлаждане).

Досега се употребява предимно дистанционното командване с класически вторични съоръжения. Напоследък за големи електрически центри и подстанции се прибегва към малогabarитни съоръжения, при които се намаляват размерите на командните зали и се използват слаботокрови (телефонни) кабели за понижено напрежение 60 V. Дистанционното командване с безконтактни (логически) съоръжения е перспективно главно при необходимост от често прилагане и автоматично регулиране, които не са обект на тази книга.

В практиката се предпочитат безреднейното дистанционно командване. Към релейно командване се преминава при технически странични, като слаби контакти на малотабаритни командни органи, мощни задвижвания, команди ключове без фиксирани положения, изборително и групово командване и др.

2.2.2. КОМАНДНИ КЛЮЧОВЕ

Съвременните ключове и преключватели (наричани по-нататък ключове) служат за ръчно командване на комутационни апарати и за преключване на различни вторични вериги (блокиращи, напръжителни, синхронизирани и др.). Те представляват комбинирани комутационни електрически апарати за ниско напрежение (пакетни преключватели). Всички ключове, са въртящи имат сложно устройство и съдържат следните основни съставни части: корпус, ръкохватка с ос, флапел и контактна система. Ръкохватките на ключовете трябва да имат удобна форма за ползване, а липевите флапел - малки размери. Подаването на команди става чрез ръчно завъртане на ръкохватката и контактната система на определен ъгъл, при което те могат да заемат принципно два типа положения: а) фиксирани, които се запазват след премахване на външната механична сила; б) моментни, които при отпускане на ръкохватката автоматично (под действието на встроена пружина в ключа) се самовъзвръщат в определени фиксирани положения.

Командните ключове се класифицират по следните показатели:

- 1) според конструкцията на ръкохватката: със и без сваляема ръкохватка;
- 2) в зависимост от формата на флапел: с квадратен, правоъгълен и кръгъл флапел;
- 3) съобразно изграждането на сигнална лампа: със и без сигнална лампа;
- 4) по броя на контактните системи: с 2, 4, 6 и повече контактни системи;
- 5) в съответствие с фиксацията на ръкохватката: без фиксирани (само с едно фиксирано неутрално положение) и с фиксирани положения "включено" и "изключено";
- 6) съгласно самовъзвръщането на ръкохватката при ключовото с фиксирани положения: със и без самовъзвръщане.

В електрическите централи и подстанции широко приложение

наимират т. нар. командно-квитиращи ключове, които имат четири фиксирани и две моментни положения. Всяка една операция с даден комутационен апарат се извършва чрез две ръчни и една автоматична манипулация с ключа: а) подготовка, с която ключът ръчно се привежда предварително в желаното положение за съответния апарат; б) командване, с което се подава ръчна команда към изпълнителния орган на принадлежащия апарат; в) квитиране, при което ключът автоматично се връща във фиксирано положение, заето от комутационния апарат.

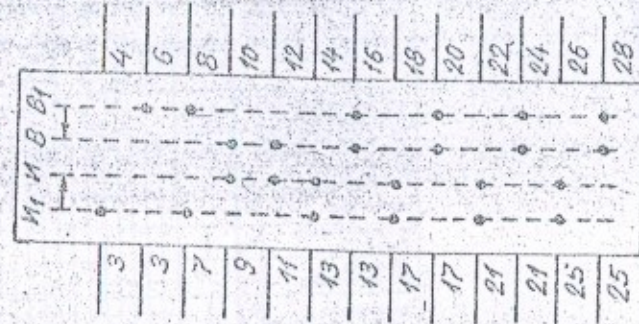
Следователно за всяка една операция ръкохватката и контактната система на ключа заемат принципно три положения, които отговарят еднозначно на посочените по-горе три манипулации: а) предварително включено (Вп) или изключено (Ип); б) команда за включване (Вк) или изключване (Ик); в) самовъзвръщане във включено (В) или изключено (И) положение.

Общо за двете възможни операции с даден комутационен апарат ръкохватката и контактната система на ключа заемат шест положения (В-Вп-Вк-В-Ип-Ик); които физично се разделят на: а) две моментни (командни): Вк и Ик; б) четири фиксирани: подготовителни Вп и Ип и квитиращи (от самовъзвръщане) В и И. По-нататък в книгата положенията на ключовете се означават както е прието от заводите-производители.

Контактните системи на командно-квитиращите ключове се комплектуват с три вида контакти: 1) моментни, които се затварят кратковременно при моментните положения на ръкохватката на ключа и служат за подаване на оперативни команди; 2) сигнални, които са двойки преключващи контакти с две фиксирани положения (отворени и затворени) и се използват главно в схемите за сигнализация; 3) аварийни, които се отварят при моментните положения на ръкохватката на ключа за подаване на ръкохватката на ключа и се употребяват за аварийна звукова сигнализация на проксярците.

Командните ключове, които се прилагат в нашите електрически централи и подстанции се разглеждат накратко по-надолу.

1. Командно-квитиращ ключ тип SM2 (фиг. 2-3), който се произвежда в ИР с квадратни и кръгли флапел, за номинален ток 6 А и с встроена сигнална лампа. Той има стандартна ръкохватка, която формално заема шест положения, а реално - четири, фиксирани положения - "предварително включено" и "включено", респективно "предварително изключено" и "изключено", напълно съответстват за ръкохватката и за контактната система.



Положения на контактите	И	В	В ₁	И ₁
Исключено (Прев. включено)	—	—	—	—
Включено (Прев. включено)	—	—	—	—
Команда за включване	—	—	—	—
Команда за изключване	—	—	—	—

Фиг. 2-3

Операциите с ключа се провеждат по следния начин: а) предварително включено В - завъртане на ръкохватката на 90°; б) команда за включване В₁ - натискане на въртра и допълнително завъртане на 45°; в) включено В - самовъзвръщане на 45° и въртра; г) предварително изключено И - завъртане на 90° в обратна посока; д) команда за изключване И₁ - натискане на въртра и допълнително завъртане на 45°; е) изключено И - самовъзвръщане на 45° и въртра.

Контактната система е комплектувана с 13 контакта, от които 3-4, 3-6 и 7-8 са моменти, 9-10 и 11-12 - аварийни и останалите - сигнални.

На диаграмата на ключа (фиг. 2-3, а) с "х" са означени положенията, при които контактите му са затворени, а с "-" положенията, при които са отворени.

Графичното означение на контактите на ключа (фиг. 2-3, б) е изпълнено според т.1.2.2.

2. Командно-квотиращ ключ SM27, който се произвежда в Полша. Той има същата конструкция и почти аналогична вътрешна електрическа схема на немския ключ тип SM2. Същият се състои от 14 контакта, от които четири са моменти, четири - аварийни и останалите шест - различни сигнални.

3. Превключвател малогabarитен с общепромишлено предназначение тип ПМО, който е съветско производство за номинален ток 6 А. Неговата контактна система се комплектува по избор с шест броя контактни пакети, всеки от които съдържа по четири неподвижни и един подвижен контакт. Типът на пакета се определя от формата на подвижния контакт. Съществуват 8 основни (номерирани с поредни числа от 1 до 8) и 12 допълнителни (означавани с непоследователни арабски числа от 5 до 10 с цифрови индекси от 1 до 8: 5₁, 5₂, 5₃, 6₁, 6₂, 6₃, 9₁, 9₂, 9₃, 10₁, 10₂ и 10₃) типове пакети.

Превключвателят е с квадратен флапел и без сигнална лампа. Той се изпълнява в следните три основни модификации:

1) ПМОФ - с фиксирани положения на несваляемата ръкохватка през 45 и 90°, които се отбелязват с ПМОФ-45 и ПМОФ-90 (при сваляема ръкохватка след буквата Ф се прибавя индексът "з");

2) ПМОВ - без фиксирани положения "включено" и "изключено" - със самовъзвръщане на ръкохватката и контактната система от двете моменти в средно фиксирано (неутрално) положение;

3) ПМОФФ - командно-квотиращ с четири фиксирани и две моментни положения.

Пълното типово означение на ключа съдържа: а) модификация-

... -45, ПМОЗ₃-90, ПМОИ и ПМОБ₂); б) марката на всеки един от шестте контактни пакета, считано от към ръкохватката; в) указания за монтажа на ключа (I - заден монтаж и II - преден монтаж); г) видът на ключалката за модификация ПМОЗ₃ (А или Б); д) паспортния номер на ключа, който обикновено съдържа буквата Д и арабско число.

На фиг. 2-4 са показани диаграмата и схемата на пакетите на командно-клизтиращия ключ тип ПМОЗ-13366₃10₂/Д120. Той има шест положения: две моментни (В₂ и И₂) и четири фиксирани (И, И₁, В и В₁), от които две положения (И и В) са от самовъзвръщане. Реално фиксираниите положения на ръкохватката - "предварително включено" и "изключено", респективно "предварително изключено" и "изключено", съвпадат. За контактната система тези положения се различават, тъй като някои контакти се превключват. Затова ръкохватката на ключа има четири положения: две фиксирани и две моментни, а контактната система - посочените шест положения.

Ключът е без встроена сигнална лампа. Контактната система е комплектувана с шест броя контактни пакети тип 13366₃10₂ с общо 15 контакта, от които 5-8, 6-7, 9-12, 10-11 и 13-16 са моментни, 1-3 и 13-14 - аварийни (за прекъсвачи с моментен блок-контакт на сигналното устройство, вж. т. 2.4.3 и 3.1) и останалите - различни сигнали.

Операциите с ключа се провеждат в следния порядък: а) предварително включено В₁ - завъртане на ръкохватката на 90°; б) команда за включване В₂ - допълнително завъртане на 45°; в) включено В - самовъзвръщане на 45°; г) предварително изключено И₁ - завъртане на 90° в обратна посока; д) команда за изключване И₂ - допълнително завъртане на 45°; е) изключено И - самовъзвръщане на 45°.

На фиг. 2-5 са показани диаграмата и схемата на пакетите на ключа без фиксирани положения тип ПМОЗ-222555/1Д62. Той има три положения на ръкохватката и контактната система: две моментни и едно средно неутрално (фиксирано) положение от самовъзвръщане.

Ключът е без встроена сигнална лампа. Неговата контактна система е комплектувана с шест броя контактни пакети тип 222555 с общо 12 контакта.

4. Малогабаритен ключ тип МК, който е съветско производство, за номинален ток 3 А и има квадратен флапел. Той се изпълнява в следните три модификации, както ключа тип ПМО: МКА, (МКБ) МКВ и МКБ₂. Нормално ключът е без сигнална лампа. Само третата

модификация се среща с встроена сигнална лампа и се означава с МКБД.

РИС НА РЪКОХВАТКАТА И СХЕМА НА ПАКЕТИТЕ (ОТПРЕД) В ПОЛОЖЕНИЕ "ИЗКЛЮЧЕНО"	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
ТИП НА РЪКОХВАТКАТА И № НА ПАКЕТИТЕ	Д120	1	3	3	6	6 ₃	10 ₂																	
ПОЛОЖЕНИЕ НА РЪКОХВАТКАТА		И	И ₁	В	В ₁	В ₂	И ₂																	
ИЗКЛЮЧЕНО	И	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ПРЕДВАРИТЕЛНО ВКЛЮЧЕНО	В ₁	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
КОМАНДА ЗА ВКЛЮЧВАНЕ	В ₂	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ВКЛЮЧЕНО	В	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ПРЕДВАРИТЕЛНО ИЗКЛЮЧЕНО	И ₁	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
КОМАНДА ЗА ИЗКЛЮЧВАНЕ	И ₂	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Фиг. 2-4

РИС НА РЪКОХВАТКАТА И СХЕМА НА ПАКЕТИТЕ (ОТПРЕД) В НЕУТРАЛНО ПОЛОЖЕНИЕ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
ТИП НА РЪКОХВАТКАТА И № НА ПАКЕТИТЕ	Д120	2	2	2	5	5	5																	
ПОЛОЖЕНИЕ НА РЪКОХВАТКАТА		И	И ₁	В	В ₁	В ₂	И ₂																	
ИЗКЛЮЧЕНО	И	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ПРЕДВАРИТЕЛНО ВКЛЮЧЕНО	В ₁	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
КОМАНДА ЗА ВКЛЮЧВАНЕ	В ₂	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ВКЛЮЧЕНО	В	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ПРЕДВАРИТЕЛНО ИЗКЛЮЧЕНО	И ₁	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
КОМАНДА ЗА ИЗКЛЮЧВАНЕ	И ₂	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Фиг. 2-5

Ръкохватките на ключа се изготвят в шест варианта, които се отбелязват с главна буква М и латинско число I, V - VII, IX и X. Подвижните контактни пакети на ключа се изработват в шест типа: 1, 2, 3, 4, 6 и 6а. Всички модификации на ключа се комплектуват с 2, 4 или 6 контактни пакета. При ключа тип МКБД първият пакет е зает от контактите на сигналната лампа.

Пълното означение на ключа включва модификацията, марката на всеки един от контактите пакети и варианта на ръкохватката. Например, МКВ -1122/MI означава малогабаритен ключ въртащ (без фиксирани положения), съоръжен с четири броя контактни пакети тип 1122 и с ръкохватка MI.

5. Универсален пакетен ключ тип К, който се изработва в СССР за номинален ток 10 А с кръгли и правоъгълни флапели. По

съществено той има почти аналогични модификации на ключа тип МК: КФ (КФ₂), КВ и КУФ (КСВ₂). Ръкохватката на ключа се изпълнява в девет варианта, които се отбелязват с поредни римски числа от I до IX. Контактната система се набира от възможните 14 типа контактни пакети, които се маркират с арабски числа с буквен индекс: 1, 1а, 2, 4, 5, 6, 6а, 7, 8, 10, 20, 30, 40 и 50.

Пълното означение на ключа съдържа модификацията, типът на контактните пакети, формата на фланеца (П-правоъгълен и К-кръгъл) и варианта на ръкохватката. Например, КФ - 6666/IIIV се чете ключ с фиксирани положения, с четири контактни пакета тип 6666, с правоъгълен фланец и с ръкохватка от вариант IV.

В експлоатация се намира допълнително изработеният ключ тип 54К, който се отличава само по формата на ръкохватката и фланеца. Той се среща без и с една или две вградени сигнални лампи в първите две основни модификации: 54КФ (54КФ₂) и 54КВ.

Изборът на командни ключове се извършва при отчитане на техните функционално-технологични и конструктивни особености и на традициите в проектантската и експлоатационната практика.

Командно-квотиращите ключове тип SM2 и SM₂7 се употребяват за дистанционно командване в електрическите подстанции, а типът ПМОФ, МКФ и КФ - в електрическите центри.

Командните ключове без фиксирани положения "включено" и "изключено" (само с едно неутрално фиксирано положение) се използват за дистанционно командване в големи електрически центри, в техни подстанции без дежурен персонал и в телемеханизирани електрически подстанции.

Ключовете с фиксирани положения тип ПМОФ, МКФ и КФ служат за превключватели (при схемите за измерване, синхронизация, блокировки и др.) в електрическите центри и подстанции.

116 2.2.3. СХЕМИ ЗА ДИСТАНЦИОННО КОМАНДУВАНЕ

Структурата на схемите за дистанционно командване зависи от избраната система за управление, приетия начин за дистанционно командване, използваните технически средства, технологичните особености на първичните вериги (режимите на релейната защита и системната автоматика), типа и конструктивните особености на командните комутационни апарати и на техните задвижвания и изискванията на заводите - производители.

Маломаслените прекъсвачи за високи напрежения 10 и 20 кV с трифазно пружинно задвижване са най-разпространени комутационни апарати с дистанционно командване в електрическите центри и подстанции. Поради това общите принципи при съставяне на схемите за дистанционно командване ще бъдат изложени за тях. Специалните изисквания на другите типове комутационни апарати и задвижвания се разглеждат по-нататък при тяхното дистанционно командване.

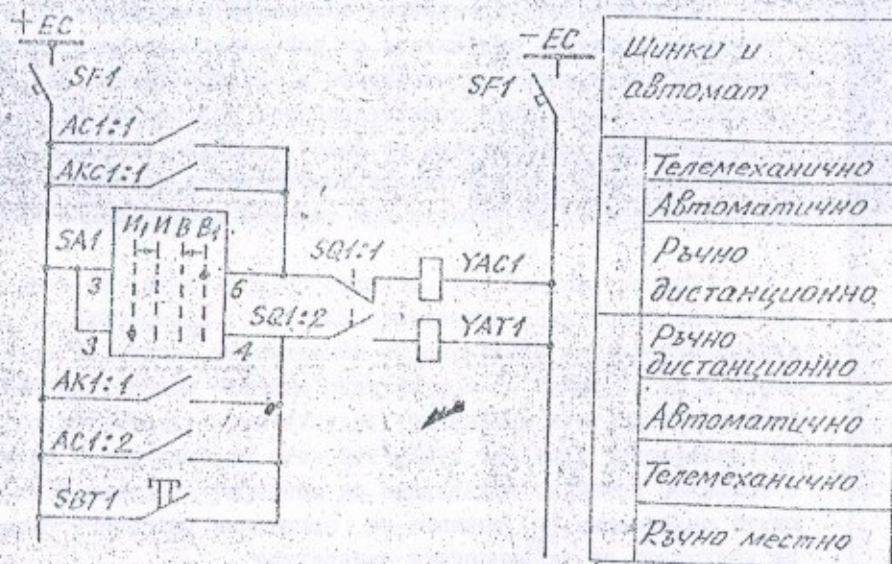
Тук се приемат още следните предпоставки: а) използва се постоянно оперативна напрежение 220 V; б) употребява се индивидуално безрелейно дистанционно командване, което се среща най-често и се обуславя от сравнително малката мощност на командните електромагнити към пружинните задвижвания; в) прилага се командно-квотиращият ключ тип SM2, тъй като маломаслените прекъсвачи с трифазно пружинно задвижване се монтират предимно в електрическите подстанции; г) чертаят се принципни разгънати схеми, които се подходящи за техническата литература.

Схемите за дистанционно командване се построяват при спазване на следните основни принципи:

1. Да допускат ръчно дистанционно, автоматично и телемеханично командване, а в някои случаи - и ръчно местно (аварийно) изключване.

За изпълнение на този принцип се оформят две независими вериги на командните електромагнити за включване и изключване УАС1 и УАТ1. Във всяка една от тях се свързват паралелно подходящи контакти на командния ключ SA1, на автоматичните командни органи (системната автоматика АКС1 и релейната защита АК1) и на телемеханичните уреди АС1, а в изключващата верига - и на бутон за ръчно местно (аварийно) изключване SBT1. На фиг. 2-6 е показано изпълнението на първия и втория принцип за дистанционно командване. На схемата съгласно т.1.5.2 всички командни органи са свързани към положителния полюс, а изпълнителните органи (електромагнитите) - към отрицателния полюс.

За повишаване на надеждността при дистанционно командване на прекъсвачите за високи напрежения над 110 кV се прилага дуполно прекъсване на техните командни вериги за включване и изключване. За опростяване на схемите по-нататък в книгата се показва само еднополно прекъсване на командните вериги, което преобладава в практиката.

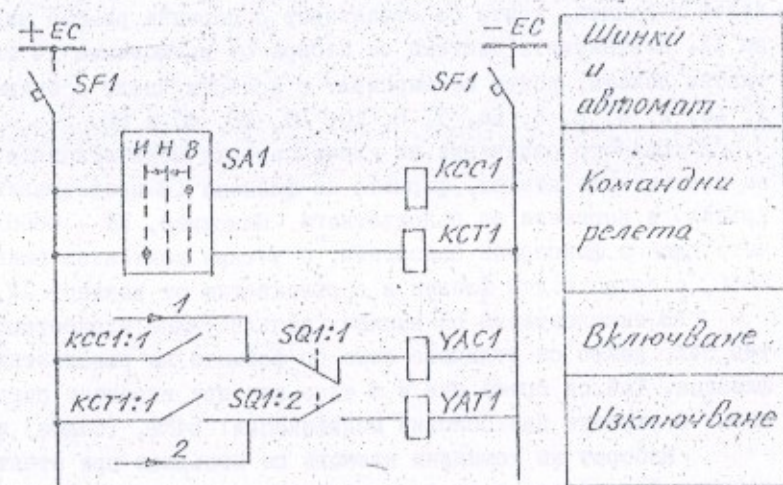


Фиг. 2-6

Когато се прилага релейно ръчно дистанционно командване, в повечето случаи за машинни органи се използват релетата за команда "включване" KCC1 и "изключване" KCT1. На фиг. 2-7 е дадена схемата на релейно ръчно дистанционно командване с многоабортни команден ключ без фиксиран положителен тип МКВ. Тук с 1 и 2 са означени другите включващи и изключващи команди. За надеждна работа на схемата е прието тези команди (автоматични, телемеханични и ръчни местни) да се подават пряко на изпълнителните органи. Към релейно предаване на останалите команди се преминва само при наличие на ограничения.

2. Да ограничават автоматично продължителността на оперативните команди, които се подават към изпълнителните органи. Електрическите части на задвижвателите (командните електромагнити и електродвигатели) са изчислени за кратковременно протичане на ток през тях. Продължителните команди могат да ги повредят. Това обуславя необходимостта да се превърнат командите в ограничено продължителни, като те се прекъсват автоматично след завършване на операцията с комутационния апарат. За целта в командните вериги за включване и изключване се свързват последователно противостоими блок-контакти на комутационните апарати (изключващият включващата верига и включващият изключващата верига) SQ1:1

и SQ1:2 или крайни изключватели (фиг. 2-6).



Фиг. 2-7

С този принцип се осигурява още еднозначност на подаваните команди. За целта се подготвя само командната верига за следващата възможна операция с комутационния апарат и се предотвратява вероятността за едновременно подаване на две срещуположни команди.

Блок-контактите от сигналните устройства на комутационните апарати се регулират да прекъсват командните вериги, за да не нагарят контактите на командните органи (ръчни, автоматични и телемеханични) при изключване на веригите с голяма индуктивност.

3. Да блокират командите срещу многократно включване и изключване на прекъсвачите. Това явление се получава при подаване на продължителна включваща команда, когато в първичната верига има трайно късо съединение. След включване на прекъсвача той изключва автоматично от релейната защита, отново включва, повторно изключва и т.н. до снемане на включващата команда или до посрещане на прекъсвача.

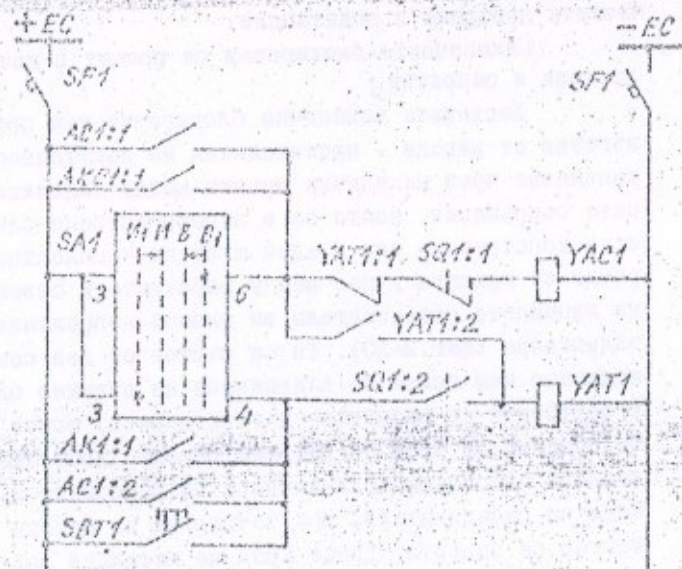
По своята същност блокировката срещу многократно включване и изключване на прекъсвача се свързва до автоматично преобразуване на продължителната включваща команда в ограничено продължителна. Това се постига чрез прекъсване на включващата верига през времето от получаване на изключваща команда до снемане на включващата команда. Съзнателното изпълнение на блокировката се по-

стига чрез техническо средство с два противоположни контакта: 1) включващ, с който се самозахранва техническото средство; 2) изключващ, който отваря включващата верига.

Пускането на блокировката отвън от автоматичния изключвателен орган - релейната защита. Найното дълготрайно действие се осъществява чрез самозахранване, което се прекратява при снемане на включващия управляващ сигнал.

Според техническите средства електрическата блокировка бива: а) безрелейна, при която се използват блок-контактите на изключващия електромагнит (ако има такива); б) релейна, която се изпълнява с релата за блокировка.

На фиг. 2-8 е показана схемата на безрелейна блокировка, която се употребява при прекъсвачи с блок-контакти на изключващия електромагнит. Блокировката действа по следния начин. При включване на прекъсвача, когато има трайно късо съединение в изключващата верига, той изключва автоматично от релейната защита. При изработване на изключващия електромагнит неговият изключващ блок-контакт прекъсва включващата верига, а включващият - осигурява самозахранването му. Работата на блокировката трес до снемане на включващата команда, с което схемата се връща в нормално положение. Когато се подава продължителна включваща команда, съществува



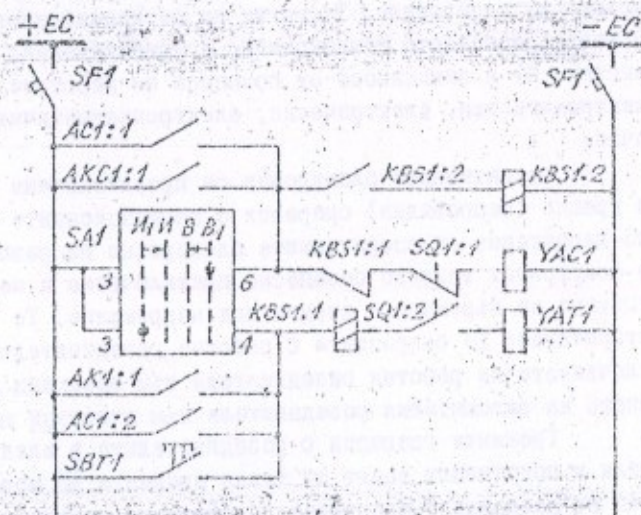
Фиг. 2-8

опасност от прегряване и изгаряне на изключващия електромагнит. Затова безрелейната блокировка намира ограничено приложение.

Релейната (електрическа) блокировка се изпълнява в следните варианти: а) с двунамотачно реле с токова и напрежителна намотка; б) с двунамотачно реле с две напрежителни намотки; в) с еднотачно реле с напрежителна намотка.

В електрическите централи и подстанции се използват главно първият и третият вариант.

На фиг. 2-9 е посочена схемата на релейна блокировка с двунамотачно реле KBS1 по първия вариант. Токовата намотка на релето се съединява последователно с изключващия електромагнит, а напрежителната - паралелно на изключващия електромагнит през включващия контакт KBS1:2. Блокировката работи по следния начин. При изключване на прекъсвача се захранва токовата намотка на релето. То за работва и се самозахранва чрез своя включващ контакт KBS1:2 и напрежителната намотка KBS1:1. С изключващия контакт KBS1:1 прекъсва включващата верига. Схемата остава блокирана до премахване на включващата команда.



Фиг. 2-9

При третия вариант напрежителната намотка на релето се свързва паралелно на изключващия електромагнит и включващия блок-контакт на прекъсвача (вж. фиг. 2-6). Друга противоположна контакти на релето се присъединяват както е показано на схемата фиг. 2-8, като включващият контакт за самозахранване на релето се свързва

преди включващия блок - контакт на прекъсвача SQ1:2.

Двата напрезителни намотки на двунамотачното реле по втория вариант се включват както следва: а) пусковата намотка - паралелно на изключващия електромагнит и в пълно сходство с третия вариант; б) задържащата намотка - паралелно на включващия електромагнит и в съответствие с първия вариант.

2.3. БЛОКИРОВКИ В РАЗРЕДИТЕЛНИТЕ УРЕДИ

2.3.1. ВИДОВЕ БЛОКИРОВКИ

За повишение на надеждността и безопасността в РУ на електрическите централи и подстанции се предвиждат блокировки, които по своята физическа същност се осъществяват до електрическо прекъсване на командните вериги на блокираните съоръжения или механично запазване на техните подвижни части.

Блокировките в РУ са раздел от защитно-блокиращата подсистема за управление. Те могат да се класифицират както следва: а) според основното функционално предназначение: оперативни и защитни; б) в зависимост от принципа на действие: механични, електромагнитни, електрически, електропневматични и електропневматични.

Оперативните блокировки са предназначени за недопускане на грешни (неправилни) операции с комутационните апарати в РУ. Най-характерни са оперативните блокировки на разединителите, които осигуряват тяхното безопасно превключване и не позволяват заземяване на първичните вериги под напрежение. Те по същество предотвратяват: 1) операцията с работни разединители под товар; 2) включването на работни разединители към заземени участъци; 3) включването на заземителни разединители към участъци под напрежение.

Грешните операции с разединителите в електрическите централи и подстанции водят до тежки аварии и до човешки жертви. Затова се предвиждат оперативни блокировки на разединителите във всички РУ.

Разединителите са комутационни апарати без дълготрайни устройства. Затова операцията с тях се извършва нормално при предварително изключване на техните първични вериги с прекъсвачи и рядко при предварително създаване на затворени паралелни кло-

нове. По изключение се разрешава превключване на ненадзорени първични вериги с малки токове (силови и напрезителни трансформатори и електропроводни линии), които не превишават изключвателната способност на разединителите. Обикновено грешните операции с разединителите се избягват чрез взаимни блокировки между прекъсвачите, работните и заземителните разединители.

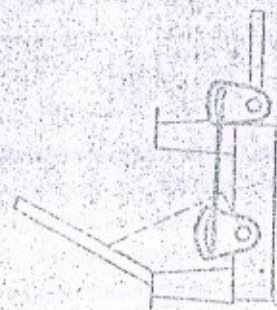
Оперативните блокировки в комплектните РУ 6-20 кV не допускат (Л.21): а) вкарване и изваждане на количката при включен прекъсвач; б) вкарване на количката при включен заземителен разединител и обратното, неговото включване при работно положение на количката.

Защитните блокировки служат за предпазване на персонала от попадане под напрежение при влизане в РУ. За целта в класическите закрити РУ 6-20 кV се прилагат защитни блокировки на вратите към килията. Автоматичните изолационни завеси пред неподвижните контакти на цепалните разединители в комплектните РУ 6-20 кV, които се спускат при изваждане на количката, са защитни блокировки (Л.21).

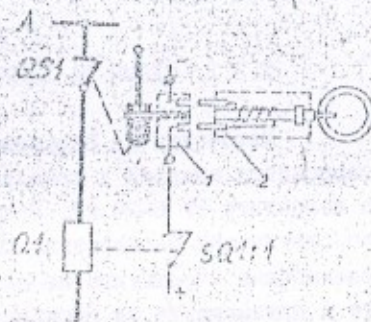
Блокировките в комплектните РУ се изработват в заводите-производители. Затова по-нататък се разглеждат само блокировките в класическите РУ, които се изпълняват при изграждане на електрическите централи и подстанции.

Механичните блокировки се срещат в две разновидности: лостови и секретни.

Лостовата механична блокировка има пряко действие и се изготвя от завода-производител на комутационни апарати. Тя се изпълнява чрез механични връзки между задвижванията на блокираните съоръжения, които са в непосредствена близост (на една конструкция или в един шкаф на комплектна РУ). Такава блокировка се прилага у нас между работните и заземителните ножове на линейните разединители за високи напрежения 10 и 20 кV с ръчно задвижване (фиг. 2-10). Тя се състои от два сектора, закрепени неподвижно към осите на задвижване на взаимно блокираните ножове. В секторите са направени дълги изрези, които са свързани шарнирно помежду си чрез регулируем метален лост. Блокировката не позволява едновременно включване на работните и заземителните ножове на разединителя. При затваряне на едините ножове съответният сектор се завърта. Другият край на металния лост се запъзва в дълговите изрези на секторите и не позволяват да се задействуват задвижването на другите ножове. Работните и заземителните ножове могат да бъдат едновременно изключени, което е необходимо за



Фиг. 2-10



Фиг. 2-11

Секретната механична блокировка представлява многоклучови секретни брава с до три ключа, които се монтират към ръчните задвижвания на коммутационните апарати и към вратите на клемите в РУ. Бравите на взаимно блокираните съоръжения се отварят с единични ключове, които могат да се изваждат само при привеждане на съответните съоръжения в безопасно положение (изключени коммутационни апарати и затворени врати на клемите). При изваден ключ съоръжението е блокирано, а при отворена врата на клемите блокираните ключове не могат да се изтеглят.

Секретната механична блокировка е много подходяща за трансформаторни постове, тъй като не изисква оперативни захранване и има висока надеждност. За съжаление тя у нас все още не се среща.

Електромагнитната блокировка (Фиг. 2-11) се състои от индивидуален ключ 1 към всяко блокирано съоръжение (в случая е показан шинен разединител) и преносима деблокираща бобина 2, която е обща за цялата РУ.

Индивидуалният ключ има пластмасов корпус, в който са поместени метален блокиращ щифт, пружина, два контактни гнезда и аварийна ръчка (на Фиг. 2.11 не е показана). Под действието на пружината металният щифт на ключа влиза в определен отвор на блокираното съоръжение и го затъва механично.

Деблокиращата бобина има също пластмасов корпус и съдържа електромагнит, два контактни щифта и ръчка за пренасяне.

За освобождаване на блокираното съоръжение деблокиращата бобина се поставя към съответния ключ така, че контактите двете

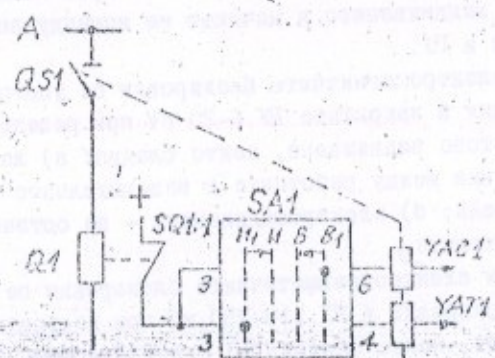
да влизат в гнездата. Когато деблокирането на съоръжението е позволено (на Фиг. 2-11 при изключен прекъсвач), през електромагната протича оперативен ток. Той привлича металния щифт на ключа и освобождава блокираното съоръжение.

След извършване на желаната операция с блокираното съоръжение деблокиращата бобина се сваля. Тогава металният щифт на ключа под действието на вградената пружина се връща в изходно положение и отново затъва механично съответното съоръжение.

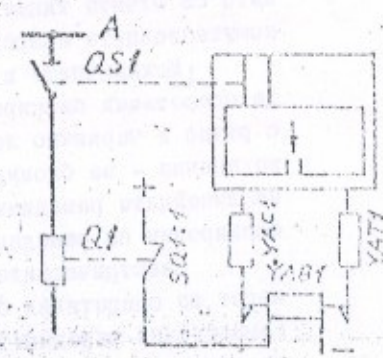
Деблокирането на съоръженията при неизправности в блокиращите вериги става чрез аварийната ръчка на ключа, която при нормално положение се плъзга.

Електромагнитната блокировка намира широко приложение при класическите закрити РУ 6-20 kV, поради своята универсалност и простота на опериране.

Електрическата блокировка (Фиг. 2-12) се свежда до прекъсване на командните (оперативните) вериги на блокирания комутационен апарат при необходимото положение на другите съоръжения. На Фиг. 2-12 е показана електрическата блокировка на шинни разединители от прекъсвача на една извъншната верига. Тя позволява опериране с разединителя само при изключен прекъсвач. Електрическата блокировка се употребява главно при разединители за напрежение над 110 kV.



Фиг. 2-12



Фиг. 2-13

Електронно-магнитната блокировка се изпозва при разединители с пневматично задвижване. Тя се състои от специален блокиращ блок, който се вгражда към пневматичното задвижване на разеди-

ителя (фиг. 2-13). Блокиращият блок съдържа електромагнит за блокировка УАМ1, който механично задържа вратената на командните вентили към пневматичните клапани на задвижването.

При безопасно положение на другите комутационни апарати (на фиг. 2-13 при изключен прекъсвач) през електромагнита за блокировка протича ток, който освобождава вратената на командните клапани и с разединителя могат да се извършват желаните операции.

При старите електропневматични блокировки (И. 22) електромагнитът за блокировка има блок-контакти, с които допълнително прекъсва оперативните електрически вериги на командните електромагнети.

Механопневматичната блокировка се прилага при електрически съоръжения с двойно-бутално пневматично задвижване. Тя се вгражда в управляващия блок на първичната верига, който се монтира в командния шкаф. От своя страна управляващите блокове са типизирани за различни видове монтажни единици и схеми на РУ. Блокировката работи на механопневматичния принцип. Тя има много сложно, но прецизно и надеждно устройство. Освен оперативните блокировки на разединителите към монтажната единица, тя блокира действието на прекъсвача на монтажната единица при незавършена пълна операция с даден разединител. У нас тази блокировка се среща много рядко при някои стари вносни разединители.

Оперативните и защитните блокировки се избират комплексно, като се отчита типът, задвижването и начинът на командване на комутационните апарати в РУ.

Механичните и електромагнитните блокировки се употребяват за оперативни блокировки в закритите РУ 6-20 kV при разединители с ръчно и черпачно достово задвижване, както следва: а) достовата механична - за блокировка между работните и заземителните ножеве на линейните разединители; б) електромагнитната - за останалите блокировки на разединителите.

Електрическите и електропневматичните блокировки се прилагат за оперативни блокировки в РУ 110-750 kV при дистанционно командвани разединители, както следва: а) електрическата - при разединители с електродвигателно и с пневматично задвижване без встроен блокиращ блок; б) електропневматичната - при разединители с пневматично задвижване, които имат вграден блокиращ блок.

За защитни блокировки на вратите към килиите в закритите РУ 6-20 kV се използват електромагнитните блокировки.

2.3.2. СХЕМИ ЗА БЛОКИРОВКИ

12 136

Източници на блокиращи сигнали са блок-контактите на комутационните апарати и крайните изключватели на вратите към килиите в закритите РУ 6-20 kV. Приемници се явяват различните видове конструктивни блокировки. За механични органи служат релетата за блокировка. Чертежите на електрическо свързване между източниците и приемниците за блокировки се наричат схеми за блокировки.

Схемите за оперативни защитни блокировки се съставят съвместно за всяка РУ, като се спазват следните две взаимно свързани технологични изисквания:

- 1) да позволяват операции с разединителите (работни и заземителни) при безопасно положение на другите комутационни апарати и при затворени врати на килиите в закритите РУ 6-20 kV;
- 2) да допускат отваряне на вратите към килиите в закритите РУ 6-20 kV при липса на работно напрежение към съответната монтажна единица, т.е. при изключени работни комутационни апарати и включени стационарни заземителни ножеве (ако има такива).

Основен принцип при схемите за блокировки е да се постигне надеждност и безопасност в РУ при всички възможни режими (нормални, аварийни и ремонтни) и при неизправности на блокировачните вериги и тръбопроводи (изчезване на захранващото оперативно напрежение, прекъсване на вторичните вериги, спадане на налягането, ненапълно превключване на разединителите и др.). За тази цел блок-контактите на трите фази на прекъсвачите с пофазно задвижване винаги се скачат последователно в схемите за блокировки.

Структурата на вторичните схеми за блокировки е тясно свързана и силно зависима от първичните схеми на РУ. Затова формулирането на безопасните условия за изпълнение на двете общи технологични изисквания става въз основа на задълбочен и детайлен анализ на всички възможни нормални, ремонтни и аварийни режими на РУ. При това се отчита оперативната гъвкавост и ремонтната пригодност на първичните схеми и перспективата за тяхното постепенно развитие.

Независимо от първичните схеми на РУ логиката на оперативните блокировки се постига при съблюдаване на следните предпоставки:

под товар не се допуска. Затова се предвижда тяхното блокиране от включения прекъсвач на съответната монтажна единица.

2. Операциите с работни разединители не се разрешават при наличие на стационарно заземени външни участъци. По тази причина те се блокират от включените заземителни разединители на принадлежащите им граници.

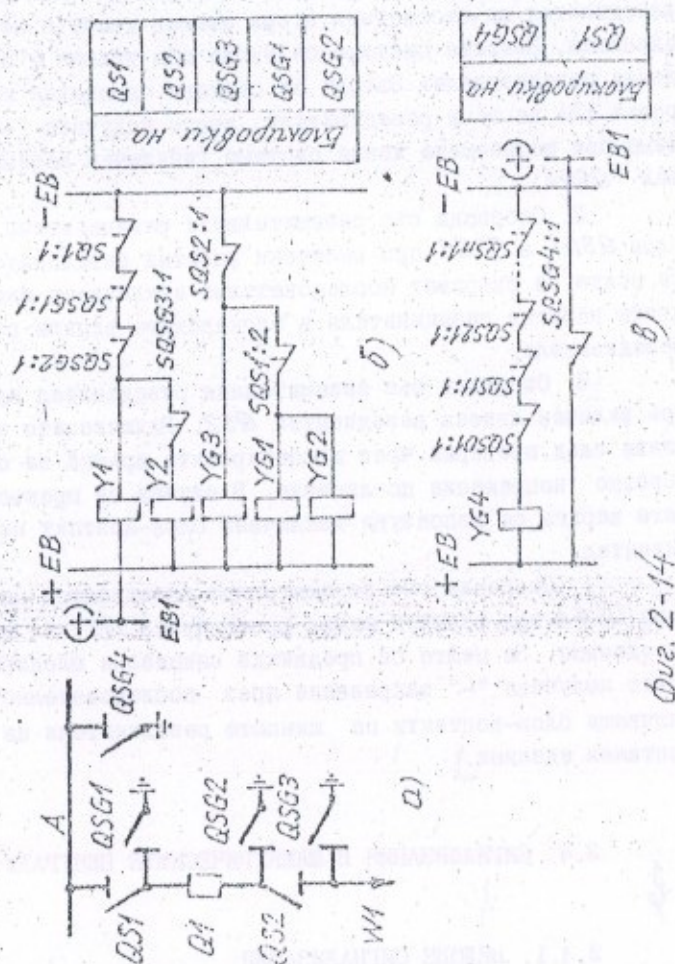
3. Включването на заземителни разединители към различни участъци (събирателни шини, апаратни блокове, електропроводни линии и др.) под напрежение не се позволява. Липсата на напрежение в участъците се постига чрез изключване на принадлежащите им работни разединители. Спирването на обратното напрежение по електропроводните линии се установява чрез диспечерските връзки. Затова заземителните разединители се блокират само от работните разединители на съответните участъци, без да се използват прекъсвачите.

4. Линейните и заземителните разединители на противоположните краища на електропроводните линии не могат да участвуват в схемите за блокировка. По тази причина операциите с линейните и заземителните разединители на електропроводните линии се извършват с разрешение на диспечера. Така се постига: а) при операция с линейния разединител да няма заземен външен участък от източната страна; б) при изключване на заземителния разединител линията да е изключена от другия край.

5. В схемите за блокировка на линейните и заземителните разединители към трансформаторните присъединения трябва да се отчетат и разединителите към останалите намоли на същите трансформатори.

За различните напрежения PV са разработени унифицирани вторични схеми за блокировка. По-нататък блокировките са означени условно с буквите Y (за работни разединители) и YG (за заземителни разединители).

На фиг. 2-14 е съставена схемата за блокировка в открития PV 110 kV с единична шинна система: а - поясняваща схема; б - блокировка на шини; в - блокировка на заземител към събирателна шина. Общият прекъсвач за 110 kV са с трифазно задвижване. Тук се прилагат само оперативни блокировки, които се извършват според г.2.3.1. Едновременно с извършване на схемите за блокировка в цялата PV от общи шини EB (в съответствие с г.1.4).



Фиг. 2-14

Блокировките не трябва да позволяват:

1. Операции с работните разединители QSG1 (шини) и QSG2 (линеен) при включен прекъсвач и при стационарно заземени външни участъци от двете страни на съответния разединител (апаратен блок и шинна система за шинния разединител, съответно апаратен блок и шинна за линейния разединител). Тъй като прекъсвачът не се блокира, апаратният блок се разглежда като общ външен участък за двете

работни разединители. Затова в техните блокиращи вериги са включени последователно по един изключващ блок-контакт на прекъсвача, на заземителните разединители на апаратния блок и на заземителния разединител на съответния втори външен участък на работния разединител. Шинната система се явява общ външен участък за всички шинни разединители. Затова се създава специална шина за блокировка ЕВ1 на тези разединители, която получава "+" захранване само при незаземена шинна система (изключен заземителен разединител QSG4).

2. Операции със заземителните разединители на апаратния блок QSG1 и QSG2 при включени работни разединители Q51 и Q52. За целта се свързват последователно изключващи блок-контакти на двата работни разединителя в блокиращите вериги на заземителните разединители.

3. Операции със заземителния разединител на линията QSG3 при включен линеен разединител Q52. Включването на разединителя става след проверка чрез диспечерските връзки за отсъствие на обратно напрежение по линията. В случая за прекъсване на блокиращата верига се използва изключващ блок-контакт на линейния разединител.

4. Операции със заземителния разединител на шинната система QSG4 при включен шинен разединител Q51 на коя да е монтажна единица. За целта се предвижда специална блокираща верига, която получава "-" захранване през последователно свързани изключващи блок-контакти на шинните разединители на всяките "n" монтажни единици.)

2.4. СИГНАЛИЗАЦИЯ В ЕЛЕКТРИЧЕСКИТЕ ЦЕНТРАЛИ И ПОДСТАЦИИ

2.4.1. ВИДОВЕ СИГНАЛИЗАЦИИ

Сигнализацията е част от сигналната подсистема за управление на електрическите централи и подстанции. Тя е автоматизирана и подава автоматично необходимите оптични и звукови сигнали. Участието на операторите се свежда до възприемане и спиране на действащите сигнали и запитване за получаване на допълнителни сведения.

Структурно сигнализацията се изгражда при спазване на следните общи принципи:

1. Источници на управляващи сигнали са командните ключове, сигналните устройства на комутационни апарати, крайните изключватели, датчиците, релетата, контактните измерителни апарати и др. Приемници на сигнали са оптичните и звуковите технически средства (сигнални лампи и релета, магнитни показатели, електрически sirens и звънци и др.). Най-често за междинни устройства се използват различните релета. Чертежът на електрическо свързване между източниците и приемниците на сигнали се нарича схема за сигнализация.

2. Сигнализацията подава еднозначни сигнали, които могат да постъпват едновременно или последователно. Тя има готовност за повторно действие и дава възможност за лесно възприемане и различаване на разнообразните сигнали.

3. Лампите с нажежаема жичка се употребяват широко за светлинни сигнали. Те имат малък срок на служба и ниска надеждност. За намаляване на последните от изгаряне на лампите се прилагат следните мероприятия: а) чрез последователно включени резистори се понижава приложеното напрежение към лампите с 10-20% от номиналното, с което се увеличава тяхната надеждност и се предотвратяват късите съединения при неизправностите им; б) при отговорни части на сигнализацията за надеждността и безопасността на технологичния процес се прилага резервиране на лампите, като се свързват паралелно по две сигнални лампи; в) когато сигналните лампи нормално не светят, се предвиждат устройства за тяхното периодично пробване.

По-нататък за опростяване на схемите се показва само по една сигнална лампа без последователен резистор и обикновено без устройство за пробване.

Сигнализацията в електрическите централи и подстанции може да се класифицира по следните признаци:

- 1) според функционалното предназначение: а) показваща (за положението); б) изборителна (за избор); в) за неизправностите, която от своя страна се разделя допълнително: по вида на неизправностите; аварийна и предупредителна; съгласно структурата на изпълнение: класическа и координатна;
- 2) в зависимост от обхвата предназначение: а) индивидуална; б) участкова (групова); в) централна.

Командуващите технически съоръжения (комутационни и релееви апарати) са териториално разпръснати в електрическите

централи и подстанции (в РУ, машинните зали и различните нехове). Такащото оперативно управление се осъществява обикновено от командните зали. Затова е необходимо операторите да имат следната информация: а) за положението на техническите съоръжения преди подаване на ръчна команда; б) за изпълнението на приложената команда.

За тази цел в електрическите централи и подстанции служи показващата сигнализация, която се излага подробно в т.2.4.2.

Избирателната сигнализация предава индивидуален светлинен сигнал за избраната уредба, монтажна единица и апарат при изборно дистанционно командване (т.3.6). С това персоналят се уверява в правилността на избора преди подаване на оперативната команда. Беригите на сигналните лампи за избора се включват от контактите на съответните избирателни релета. Затова избирателната сигнализация се разглежда в т.3.6.

При неизправности в електрическите централи и подстанции задействува аварийната или предупредителната сигнализация. Аварийната сигнализация заработва при аварийно (автоматично) изключване на прегъсвачите, а предупредителната - при всички останали неизправности на технологичния процес и на съоръженията. Двата вида сигнализация се поясняват в т.2.4.3 и 2.4.4.

Класическата сигнализация за неизправностите се изпълнява в два варианта: централизирана и децентрализирана (Л.12). При първия вариант всички индивидуални сигнали за неизправностите се съсредоточават върху специално сигнално табло, като се подреждат по вид на неизправностите или по тип на съоръженията. На едно поле от сигналното табло се разполагат 80-100 сигнала. В съвременните електрически централи и подстанции за всяка монтажна единица се случават средно 10-40 индивидуални сигнала. Когато монтажните единици достигнат 30, общият брой на сигналите възлиза на 300-1200 (Л.12). При това положение трудно се постига прегледност и бързо и точно възприемане на сигналите от персонала. Известно частично решение предлага класическата децентрализирана сигнализация, при която индивидуалните сигнали на отделните монтажни единици се разпределят върху техните командни табла и пултове в командните зали. Разпръснатостта на сигналите също затруднява работата на персонала. Затова при общ брой на сигналите над 500 се преминава към централна координатна сигнализация, която представлява качествено ново решение и отговаря на съвременните технико-икономически и естетични изисквания.

При централната координатна сигнализация индивидуалните сигнали за неизправностите се съсредоточават на сигнално табло, като се групират по принципа на модифицирана координатна система с различни координати. Тя позволява степенуване на сигналите по важност и дава възможност на персонала да вземе незабавни мерки за ликвидиране на съществени неизправности.

Най-разпространена е класическата сигнализация (вж. т.2.4.3 и 2.4.4). През последните години при големите електрически централи и подстанции се прилага централната координатна сигнализация, която се описва в т.2.4.5.

Индивидуалната сигнализация подава сигнали за отделни съоръжения, участъковата - за самостоятелни участъци (подобекти, уредби и монтажни единици), а централната - за цялата електрическа централа или подстанция.

2.4.2. ПОКАЗВАЩА СИГНАЛИЗАЦИЯ

446

Показващата сигнализация е с непрекъснато действие. Тя дава сведения на операторите за положението на комутационните и регулиращите съоръжения. Същата се изпълнява индивидуална оптична в две разновидности: а) апаратна - с магнитни показатели; б) светлинна - със сигнални лампи.

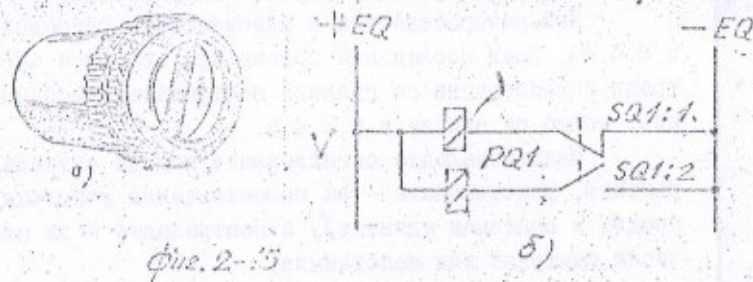
Източници на управляващи сигнали са блок-контактите на комутационните апарати, крайните изключватели и датчиците. Приемници на сигнали са магнитните показатели и сигналните лампи. Най-често се използват преки управляващи сигнали. Само в някои случаи се употребяват издателни устройства, изпълнявани с релета.

По-нататък се дават принципите на показваща сигнализация за прегъсвачите, които са в сила и за разединителите.

Магнитните показатели се прилагат при показваща апаратна сигнализация за положението на разединителите с ръчно задвижване в закритите РУ 6-20 кV и при всички комутационни апарати с изборно командване в големите открити РУ 110-750 кV. Те се монтират на местата за съответните комутационни апарати в принципните схеми на таблата и пултовете в командните зали.

Магнитният показател съдържа (фиг.2-15,в) корпус, фланец, магнитна система, две кометки, пружина и въртяща котва, към която е закрепен бил чрез с черна линия. Фланецът може да бъде с кръга и с квадратна форма. Действието на магнитния показател е следното.

Според това коя от двете намотки е под напрежение, котвата се завърта наляво или надясно. Тогава черната ивица застава хоризонтално или вертикално и показва изключено или включено положение на комутационния апарат. При липса на оперативното напрежение, под действието на пружината, ивицата се наклонява на 45° , с което контролира изправността на веригите.



Фиг. 2-15

На Фиг. 2-15, б е дадена схемата на показващата сигнализация с магнитен показател. Оперативното напрежение към двете намотки на показателя се подава през два противоположни блок-контакта на прекъсвача. Захранването на схемата е първото нула от шините EQ (вж. Фиг. 1-1).

Приложението на магнитните показатели се обуславя от следните фактори: а) те са прости, прегледни, надеждни и заемат малко място на таблата и путовете; б) позволяват да се избегне претрупването на командните шини със светелни лампи; в) създават възможност да се разграничи показващата сигнализация за положението на разнотипни комутационни апарати (прекъсвачи и разединители), като се изберат различни цвят на съответните магнитни показатели; г) осъществява непрекъснат контрол за изправността на захранващите вторични вериги.

Чрез последните вериги започват да се внедряват магнитните показатели със светелни лампи, които са разположени хоризонтално и вертикално. В зависимост от подаденото напрежение светят хоризонталните или вертикалните светелни лампи и показват изключено или включено положение на комутационния апарат.

Светелните лампи се използват при показваща светелна сигнализация за положението на комутационните апарати с индивидуално дистанционно командване. Те се вграждат в самите командни ключове или се монтират непосредствено до тях на таблата и путовете в командните зали.

Показващата светелна сигнализация за положението се състои от две части: а) индивидуални вериги на светелните лампи към комутационните апарати; б) общо устройство за получаване на мигаща светлина. Връзките между двете части се изпълняват със светелна шина за мигаща светлина EP.

Светелната сигнализация се класифицира по следните признаци:

- 1) според схемите на индивидуалните вериги: темна и светла;
- 2) по броя на светелните лампи за един комутационен апарат: еднолампова и двулампова;
- 3) в зависимост от използвания команден ключ: с ключова със и без фиксирани положения;
- 4) съобразно устройствата за мигаща светлина: с релейни и с безконтактни (тиристорни) мигачи, като първите се разделят на еднорелейни и двурелейни, а двурелейните - на серийни и паралелни (вж. т. 1.5.3).

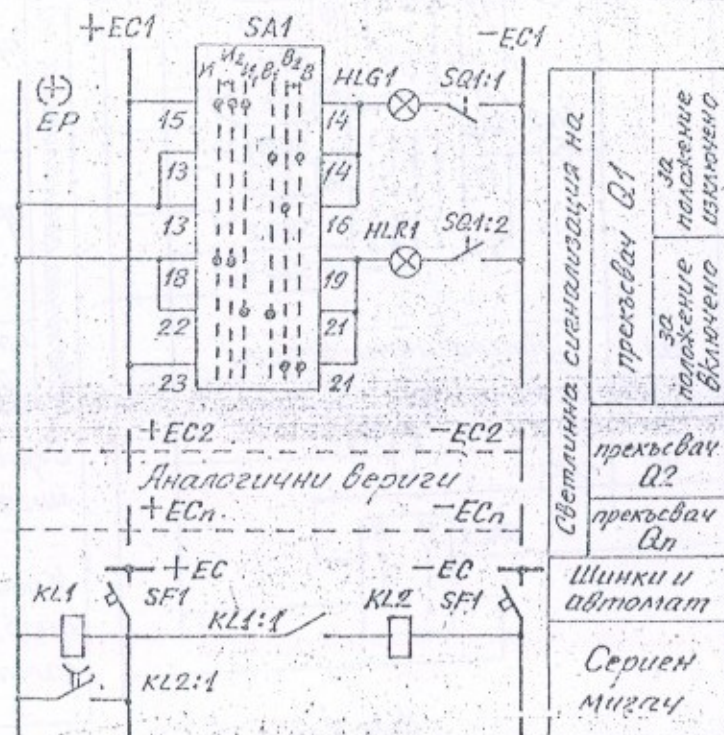
За изходна база по-нататък ще служи двуламповата показваща светелна сигнализация, която се изпълнява със зелена (посочващо изключено положение) и червена (обозначаващо включено положение) лампи (вж. т. 1.1.1).

Мигачите се явяват общи устройства за цялата електрическа централи или подстанции. Те се захранват от шините за сигнализация (вж. Фиг. 1-1) или от събирателните (оперативните) шини за постоянно напрежение (Л. 4, 11, 32). Еднорелейните мигачи се употребяват при нулева координатна сигнализация (Л. 23, 26), а двурелейните серийни мигачи - при класическа сигнализация в електрическите централи и подстанции. Затова последните ще се прилагат в схемите по-нататък.

Индивидуалните вериги на светелните лампи се построят при отчитане на двете възможни взаимни положения между командния ключ и комутационния апарат: съответствие и несъответствие. За целта във веригите на всяка светелна лампа се свързват последователно два клона на съответствие и несъответствие, получени чрез включването на подходящи контакти на ключа и блок-контакти на комутационния апарат. При това се въвежда допълнителен признак, който позволява бързо да се различават тези две взаимни положения. При съответствие светелната лампа не свети (темна светла) или свети с постоянна светлина (светла светла), а при несъответствие тя мига. Изгледът на светелните лампи е ясно изразен, бързо се възприема от персонала и поради широко прилагане в

схемите за сигнализация.

В електрическите центри се използват двуламповата светла схема за светлинна сигнализация, която се изпълнява чрез командно-квирани ключове с фиксирани положения тип ПХОВ и със серийен мигащ (фиг. 2-16). В горната част на схемата са показани индивидуалните вериги на лампите, които се захранват местно от шините за управление на съответните монтажни единици. Всяка лампа свързана



Фиг. 2-16

последователно с един блок-контакт на прекъсвача (изключващ със зелената лампа и включващ с червената лампа) и два клона на съответствие и несъответствие, образувани от подходящи контакти на командния ключ. В случая са употребени по три контакта на ключа; поради липса на необходимите два в неговата електрическа схема. Клоновете на съответствие се свързват към "+" на шината за управление, а тези на несъответствие - към шината на мигаща светлина. При положение на съответствие една от двете лампи свети

с постоянна светлина, а при несъответствие мига (при изключен прекъсвач - зелената, а при включен - червената).

Серийният мигащ е посочен в долната част на схемата. Той нормално не работи и се пуска в действие само при създаване на несъответствие между положението на ключа и прекъсвача на дадена монтажна единица. Например, при затвъртане на първия ключ в положение B_1 (предварително включено) се получава несъответствие спрямо съответния прекъсвач. Първата зелена лампа се превключва към шината за мигаща светлина. С това серийният мигащ заработва (вж. т. 1.5.3). Той подава пулсиращи сигнали към същата лампа и тя преминава към мигаща светлина.

Мигането на сигналните лампи е указание за положение на несъответствие. Снемането на мигащата светлина става индивидуално чрез ръчно привеждане на командния ключ в положение на съответствие с прекъсвача. С това лампите се свързват към "+" на шината за управление и започват да светят равномерно.

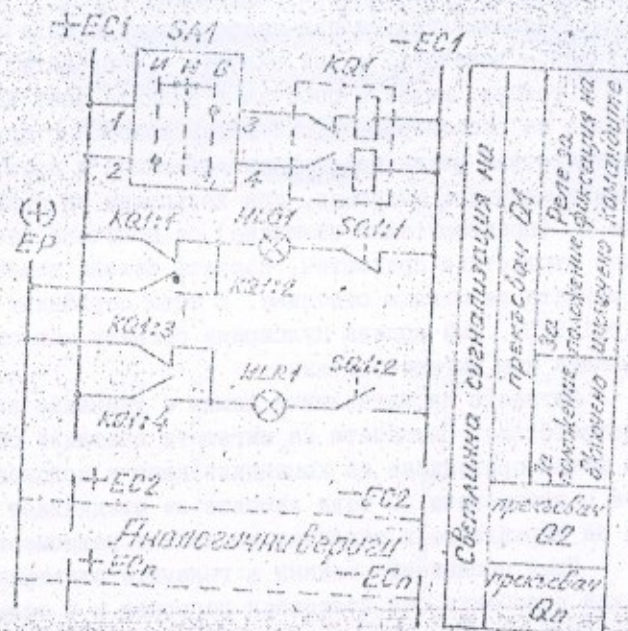
През последните години в големите електрически центри, в техни подобекти без постоянен персонал и в телемеханизирани електрически подстанции се прилага двуламповата светла схема за светлинна сигнализация с ключове без фиксирани положения (фиг. 2-17). Схемата е построена с ключ тип ПХОВ. Тя е аналогична на фиг. 2-16 със следната разлика в индивидуалните вериги. Командните ключове са без фиксирани положения и не могат да се използват в схемите за сигнализация. Затова се прибегва към фиксиране на подадената команда с ключа чрез специално двунамотачно дупозиционно реле за фиксация. То преобразува кратковременно подаваните команди в продължителни.

Клоновете на съответствие и несъответствие на сигналните лампи се създават чрез подходящи контакти на релето за фиксация и блок-контакти на прекъсвача.

При командно-квирани ключове с фиксирани положения може да се приложи едноламповата светла или тъмна схема за светлинна сигнализация. За положението на комутационния апарат се съди по оптичното състояние на сигналната лампа и положението на ръкохватката на ключа. Когато лампата не свети (тъмна схема) или свети с постоянна светлина (светла схема), има положение на съответствие между ръкохватката на ключа и апарата. Обратно, когато лампата мига, налице е несъответствие.

Едноламповата светла схема се получава от фиг. 2-16. Премахнат се двете сигнални лампи и техните клонове на съответствие

мигач и лампата започва да мига. Положението на комутационния апарат се определя по зъмохватките на ключа при ступане на оптичното състояние на лампата.

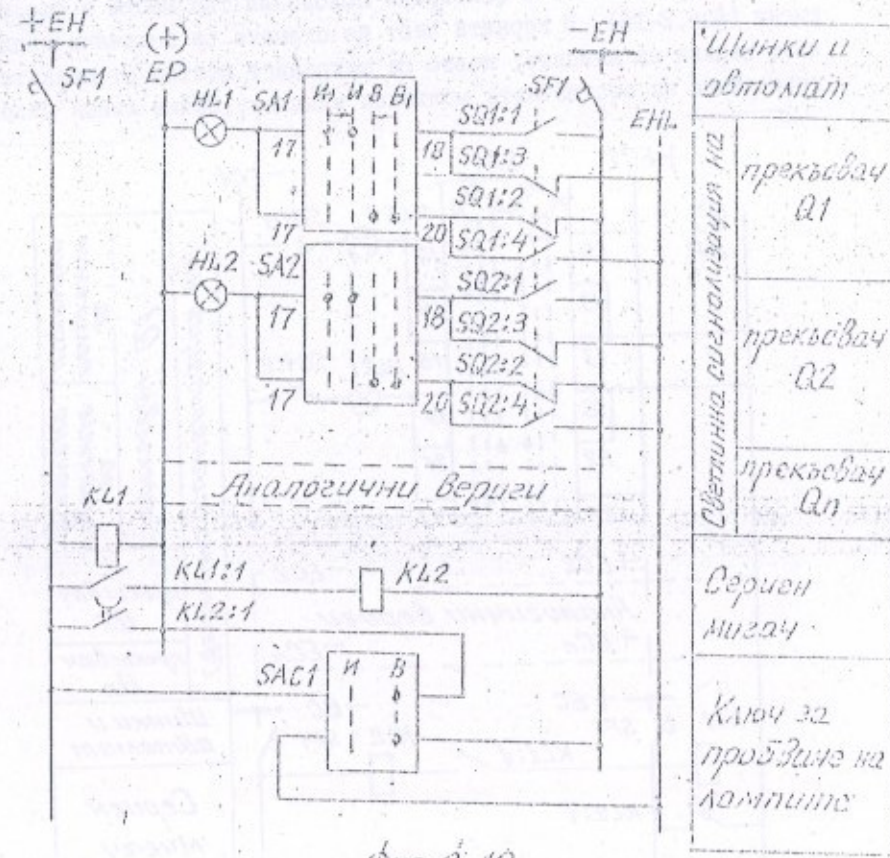


Фиг. 2-17

и несъответствие се свързват паралелно. За пълно двете вериги идват от блок-контактите на превозача се съединяват в една точка, зад която се включва последователно сигналната лампа. При еднаквостта тази схема отбелязва горните на съответствие (контактите на командния ключ, прицелени към "+" шини за управление). Лампата се оказва свързана последователно само с два паралелни ключа на несъответствие, образувани от разнотипни контакти на ключа и блок-контакти на превозача.

В електрическите подстанции се употребява едноламповата тълна схема за светлинна сигнализация с командно-квотиращи ключове тип SQ1 и със серийен мигач (Фиг. 2-18).

Сигналните лампи са приклучени към шината за мигащо съединение. Обхранването на индивидуалните вериги е прието централно чрез шини EN. При положение на съответствие двете ключа се разключват (единият от контакти на ключа, а другият от блок-контакти на превозача) и лампата не свети. При създаване на несъответствие от единият от ключа, пуска се серийният



Фиг. 2-18

Сигналните лампи при тълна схема на светлинна сигнализация не светят в нормално положение на съответствие. Затова е необходим периодичен контрол за тяхната изправност чрез пробване на лампите, който може да се извърши индивидуално и централно. Индивидуалното пробване на всяка лампа става при приключване на командния ключ в несъответствие с положението на комутационния апарат, което още не се прилага. Централното пробване на сигналните лампи се осъществява с помощта на двупозиционен пакетен ключ SAC1, шини за пробване на лампите ENL и провизионни блок-контакти на комутационните апарати. Те пос-

Волява едновременно пробране на всички сигнални лампи и полсене на съответствие между ключовете и комутационните апарати.

Двуламповата светла схема изисква по две сигнални лампи на всеки комутационен апарат, които непрекъснато съставят, бързо изгарят, изразходват електрическа енергия и претрупват командните табла и пултове. За сметка на това схемата е много прегледна, позволява индивидуално да се контролира изправността на командните вериги (вж. т. 2.4.4) и сигналните лампи не се нудят от контрол. За повишаване на трайността на лампите и за икономия на електрическа енергия на някои подобекти се предвижда ключ за централно изключване на сигналните лампи (вж. т. 3.1.3).

Двуламповата тъмна схема е много проста. Тя изисква само по една сигнална лампа на всеки апарат, които нормално не светят.

Показващата сигнализация за положението на нерегулируеми задвижки се изпълнява чрез сигнални лампи, които се включват от крайни изключватели. За целта при регулируемите задвижки и при силовите трансформатори се прилагат седсини или логометри (ж. 9, 10).

148

2.4.3. АВАРИЙНА СИГНАЛИЗАЦИЯ

Източници на кратковремени или продължителни управляващи сигнали са блок-контактите от сигналните устройства на прекъсвачите, а приемници - електрическите сирени. Обикновено приемниците използват косвени продължителни сигнали, които се преобразуват чрез междинни релейни устройства.

Аварийната сигнализация на прекъсвачите е обща звукова и има дискретно действие. Звуковият сигнал привлича вниманието на оператора, който открива изключения прекъсвач по индивидуалната показваща сигнализация за положението. В съвременните електрически централи в подстанциите пряко аварийната сигнализация да действува само при аварийно (автоматично) изключване на прекъсвачите. Автоматичното включване на прекъсвачите не води до изработване на аварийната сигнализация, тъй като то е предпоставено от автоматично изключване на същите (при АПС) или на други (при АВР) прекъсвачи.

Всяка аварийна звукова сигнализация се състои от две части: а) индивидуални звукови вериги на прекъсвачите; б) общо устройство за получаване на звуков сигнал. Връзката между двете

части се осъществява чрез специална шинка за аварийна звукова сигнализация ЕНА. За подаване на общ аварийен звуков сигнал се използва електрическа сирена, която представлява основен елемент на общото устройство и се монтира на сигналното табло.

Аварийната звукова сигнализация може да се класифицира така:

- 1) според начина за спиране на звуковия сигнал: с индивидуално (местно) и с централно спиране на звука;
- 2) в зависимост от методите за централно спиране на звуковия сигнал: с ръчно и с автоматично спиране;
- 3) по типа на блок-контактите на прекъсвачите в индивидуалните вериги: с импулсен и с изключващ блок-контакт на прекъсвачите;
- 4) съгласно вида на командните ключове: с ключове без и със фиксирани положения.

Индивидуалните вериги се построяват на принципа на несъответствие между командния ключ (релето за фиксация) и прекъсвача. За целта се свързват последователно аварийен и при нужда сигнален контакт на командно-квитиращия ключ, които са затворени едновременно само в положение "включено". Аварийният контакт блокира схемата при подаване на оперативни команди за включване и изключване с ключа, а сигналният - при автоматично включване на прекъсвача.

Общото устройство преобразува подаваните сигнали в продължителни и независими от сигналите в индивидуалните вериги.

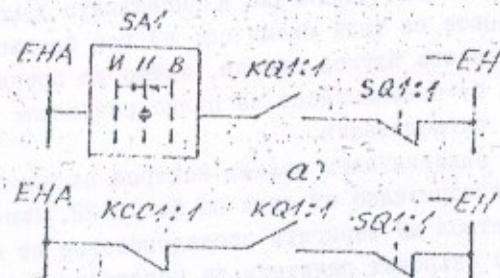
Продължителното действие на звуковия сигнал след неговото възприемане е нежелателно. Той смущава работата на персонала, който трябва да взема бързи и правилни решения. Затова е необходимо да се спре централно звуковият сигнал с готовност за ново действие, като се запази индивидуалната показваща сигнализация за положението до ликвидиране на последствията от аварийното изключване на прекъсвачите. На тези изисквания най-добре отговаря схемата с централно спиране на звуковия сигнал, което се осъществява ръчно чрез бутон за спиране или автоматично с реле за време. В нашата практика се използва предимно ръчното спиране на звука.

На фиг. 2-19 е дадена схемата за аварийна звукова сигнализация с централно ръчно спиране на звука, с повторност на действието, с импулсен блок-контакт на прекъсвачите и с командно-квитиращи ключове тип SZ2, която се среща главно в електриче-

вторичната намотка се индутира в.д.н. Поляризованото реле зарежда и чрез помощното реле пуска сирената. Спирането и пробване-то на звуковия сигнал става с посочените два бутона. Поляризованото реле е необходимо, за да се избегне грешното функциониране на схемата при квитиране на ключа от положение "включено" в положение "изключено", т.е. при намаляване на тока във веригата.

За да се получи готовност на схемата за повторно действие до квитиране на ключа в положение "изключено", са въведени допълнителните резистори $R_1, R_2, \dots, R_n$. Благодарение на тях токът през първичната намотка на трансформатора ТТ1 нараства при аварийно изключване на друг прекъсвач. Тази схема позволява да се получи звуков сигнал при съвпадение по време на аварийно изключване до 20 прекъсвача. За повишаване на чувствителността на устройството се прилага двутактова усилвателна схема с транзистора, която се включва между трансформатора и двете намотки на поляризованото реле (Л.1,20). При квитиране на ключа в положение "изключено" схемата се връща в изходно положение.

Когато се използват ключове без фиксирани положения (например ИМОД), се прилага схемата за аварийна звукова сигнализация от фиг. 2-20 със следната разлика в индивидуалните вериги (фиг. 2-21, а). Вместо двата контакта на командно-квитиращия ключ се свързват последователно контакт на ключа, затворен в положение "неутрално", и включващ контакт на релето за фиксация. При малко-



а)
б)
фиг. 2-21

габаритни ключове без фиксирани положения тип МКВ контактът на ключа се заменя с изключващ контакт на релето за команда "включено" КСС1 (фиг. 2-21, б).

2.4.4. ПРЕДУПРЕДИТЕЛНА СИГНАЛИЗАЦИЯ

Източници на кратковременни и продължителни предупредителни сигнали са релетата, датчиците, електроконтактните измерителни апарати и др., а приемници - електрическите звънци и сигналните лампи и релета. Предаването на сигналите между източниците и приемниците става чрез релейни междинни устройства.

Предупредителната сигнализация на електрическите централи и подстанции действа дискретно при следните по-характерни неизправности: 1) претоварване и повишаване на температурата на охлаждащата среда при синхронните генератори и компенсатори и силовите трансформатори и автотрансформатори; 2) липса на постоянно, изправено и променливо оперативно напрежение; 3) земни съединения в системата за постоянно и изправно оперативно напрежение и в мрежите с малък ток на земни съединения; 4) повреди на напрежителните вериги за релейни защиты; 5) неизправности на веригите за управление; 6) напълнофазни режими на прекъсвачите с пофазно задвижване; 7) задействуване на релейната защита и системата автоматика; 8) понижаване на налягането на въздуха в резервсариите на въздухоструйните прекъсвачи и в компресорните уредби и др.

Предупредителната сигнализация се изгражда от следните две части: а) обща звукова; б) индивидуална оптична.

Общата звукова част е с повторимост на действието и биез със и без централно спиране на звука. Тя има две съставки: а) индивидуални пускови вериги; б) общо устройство за звуков сигнал. Връзката между двете съставки се осъществява чрез специална линия за звукова предупредителна сигнализация ВПЗ. Звуковият сигнал се подава от електрически звънци, който е основен елемент на общото устройство, има различен тон от аварийния сигнал и се монтира на сигналното табло.

Индивидуалната оптична част се изпълнява в два варианта: а) светлинна - със сигнални лампи; б) релейна - със сигнални релета. Първият вариант се прилага предимно при релейните електрически централи и подстанции, а вторият - в останалите случаи.

За индивидуалната оптична част е желателно да има три

състояния: нормално (липса на неизправност), предупредително (поява на неизправност) и напомнящо (възникнала неизправност от оператора). Съдителите се реализират при светлинния и релейния вариант чрез различни позиции на сигналните лампи и диференцирани цетове на клавите (блнкерите) към сигналните релета, както следва: 1) без светлина (черен цвят на клавиша към релето); 2) мигаща светлина (червен цвят на клавиша); 3) равномерна светлина (бял цвят на клавиша).

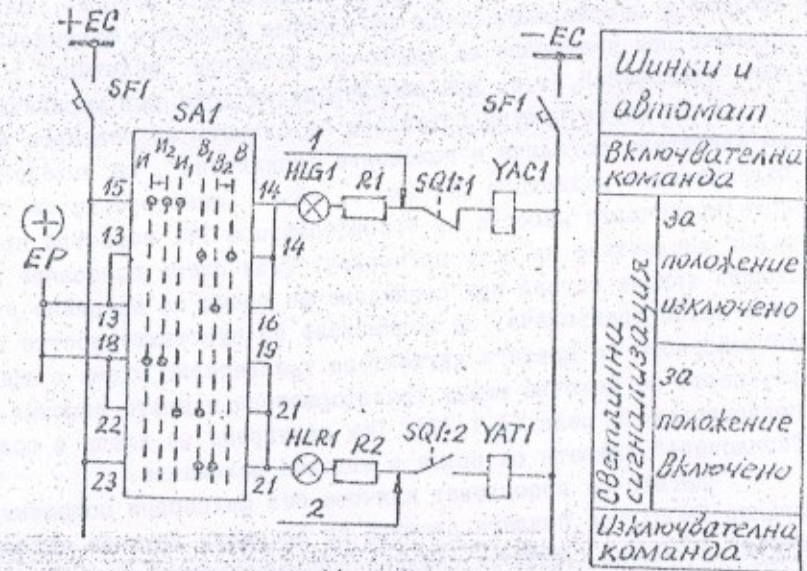
Трите положения на клавиша към сигналните релета се постигат по конструктивен път, а на сигналните лампи - чрез усложняване на схемите (Л. 23, 28). В нормално състояние клавиша на релето е с черен цвят. При поява на неизправност клавиша пада с червен цвят. Когато се натисне вграденният бутон в релето, клавиша остава с бял цвят и показва възникнала съществуваща неизправност.

Звуковата част на предупредителната сигнализация може да изпълни аналогично на аварийната сигнализация (фиг. 2-19 и 2-20), като в индивидуалните пускови вериги се свържат контактите на съответните сигнали (помощни) релета. Първата схема се предпочита при сигнални релета с импулсен контакт, а втората - при сигнални лампи. На фиг. 2-20 сигналните лампи могат да се включат в индивидуалните вериги вместо резисторите, а на фиг. 2-19 те се захранват чрез допълнителен контакт на индивидуалните релета.

Предупредителната сигнализация се пуска и при неизправности във вторичните вериги за командване, сигнализация и блокировки. Принципно съществуват два вида контрол на вторичните вериги: общ и индивидуален. От своя страна индивидуалният контрол бива светлинен и звуков.

На фиг. 2-22 е показана схемата с индивидуален светлинен контрол на веригите за командване, която се изпълнява с ключ К.О.В. в електрическите централи: 1 - команди за включване; 2 - команди за изключване. За целта се използват двете лампи за индивидуално показваща светлинна сигнализация за положението. Те се свързват последователно в командните вериги, т.е. прави се комбинация от схемите на фиг. 2-6 и 2-16, като се съобразява фиг. 2-4. Сигналните лампи в новополучената схема имат две предназначения: сигнализация за положението и контрол на командните вериги. Те се свързват чрез два противоположни блок-контакта на прекъсвача и затова се контролира само командната верига за следващата операция. Когато тази верига е в изправност, нормално състояние (при съответствие) или мига (при несъответствие) една от

двете лампи. При неизправности на командните вериги двете лампи гаснат.

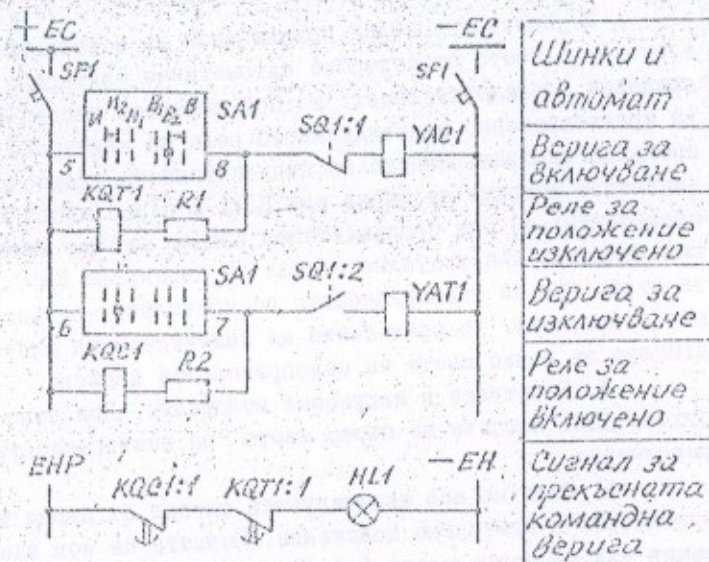


фиг. 2-22

Последователно на сигналните лампи са свързани добавъчни резистори, за да се избегне грешното задействане на командните електромагнити при къси съединения в сигналните лампи.

Недостатъците на тази схема са: а) при прекъсване на командните вериги липсва звуков сигнал, който да привлече вниманието на оператора; б) невъзможност за пълно разделяне на веригите за командване и сигнализация.

Схемата с индивидуален звуков контрол на командните вериги се отличава незначително от тази на фиг. 2-22. Вместо сигналните лампи за контрол на веригите последователно на командните електромагнити се свързват релетата за положения "включено" КС1 и "изключено" КИ1 (фиг. 2-23). При изправност на командните вериги едно от двете релета е под напрежение, а при неизправност двете релета остават без захранване. Затова във веригата за подаване на предупредителен сигнал (общ звуков и индивидуален светлинен) се свързват последователно по един изключващ контакт на двете релета. За да се избегне грешното пускане на сигнализацията при превключване на прекъсвача, контактите на релетата



Фиг. 2-23

имат закъснение при затваряне. Тук се приема, че общото устройство за звуков сигнал е изпълнено според фиг. 2-20, като лампите за индивидуален светлинен контрол са присъединени в индивидуалните пускови вериги на мястото на резисторите.

Схемата с индивидуален звуков контрол се употребява в електрическите централи. Тя позволява пълно отделяне на веригите за командване и сигнализация. При нея показвачата и аварийната сигнализация се изпълняват с контакти на двете релета за положения "изключено" и "включено" вместо блок-контакти на прекъсвача.

В електрическите подстанции се използва общият контрол на веригите за командване и сигнализация на отделните монтажни единици. Той се осъществява чрез сигнално реле с падащи клане, което пуска общия звуков предупредителен сигнал и подава индивидуален оптичен сигнал.

Големите електрически централи и подстанции имат значително количество електрически уреди и монтажни единици, които се разделят на няколко участка. За бързо намиране на индивидуален оптичен сигнал се организира сигнализация с централно осведомяване за участъка, в който се е появила неизправността. В някои командни зали се предвиждат допълнително участъкови

осведомятелни табла за вида на сигналите. Следователно тук всяка неизправност се съпровожда със (Л.4,10,32): а) звуков сигнал; б) централен светлинен сигнал за номера на участъка; в) участъков светлинен сигнал за вида на сигнала; г) индивидуален светлинен сигнал.

При разпределителни електрически подстанции на домашно дежурство структурата на показвачата, аварийната и предупредителната сигнализация се запазва, като се предвижда допълнително: а) възможност за централно изключване на светлинните сигнали; б) звуковият сигнал се превключва за подаване в жилището на дежурния.

2.4.5. ЦЕНТРАЛНА КООРДИНАТНА СИГНАЛИЗАЦИЯ 148

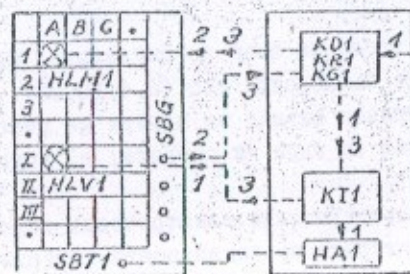
Според техническите средства, с които се изпълнява, централната координатна сигнализация за неизправностите бива:

- 1) релейна, която се среща в два варианта: а) с двунамотачни релета; б) с еднанамотачни релета;
- 2) безрелейна, прилагана в две модификации: а) с интегрални схеми; б) с микропроцесори.

В електрическите централи и подстанции се употребява релейната централна координатна сигнализация. Вариантът с двунамотачни релета се доставя от ГДР, а този с еднанамотачни релета е българско производство. На фиг. 2-24 е дадена блоковата схема на релейната централна координатна сигнализация: а - сигнално табло; б - релейни шкафове. Всички индивидуални сигнали за неизправностите се разполагат само върху едно сигнално табло (поле) с размери 1000/800 mm, което се захранва с две оперативни напрежения: постоянно 60 V и променливо 220 V. Сигналите се трансират по принципа на модифицирана координатна система с три основни координати:

- 1) абсциса: тип на монтажните единици А, В, С, ... (например: А - изводи 400 kV, В - изводи 220 kV, С - изводи 110 kV и т.н.);
- 2) първа ордината: вид на неизправностите I, II, III, ... (например: I - аварийно изключване на прекъсвач, II - миса на постоянно оперативно напрежение, III - високо налягане на съответния въздух и т.н.);
- 3) втора ордината: място на неизправностите 1, 2, 3, ... (например: 1 - поле № 1; 2 - поле № 2; 3 - поле № 3 и т.н.).

Вдясно до всеки вид неизправности се намират бутони за



фиг. 2-24

запитване *SBG*. На таблото са вградени общи бутони за централно ръчно спиране на звуковите сигнали и за пробване на сигналните лампи (не са показани на фиг. 2-24), които могат да се монтират на командния пулт за изборително управление (вж. т. 3.6).

Всички неизправности се сигнализират с общ звуков и индивидуален светлинен сигнал. Неизправностите са разделени на две групи. Първата обхваща аварийно изключване на прекъсвачите и отговаря на аварийната сигнализация. Втората включва всички останали неизправности и съответствува на предупредителната сигнализация. Звуковият сигнал за неизправностите от първа група се подава от електрическа сирена, а за тези от втората - чрез звънци.

Функционалното действие на блоковата схема на централната координатна сигнализация ще се проследи при поява на първи сигнал за първи вид на неизправностите от първо място на колона А.

1. Вход на индивидуален сигнал 1. Той задействува индивидуалното входно реле *KD1*, което се самозадържа и захранва груповото реле *KI1*, включващо съответния звуков сигнал *НМ1* (електрическа сирена или звънец) и лампата за първи вид на неизправността *НЛV1* с мигаща светлина.

2. Запитване. При едновременно поява на повече от една неизправности операторът има възможност да определи техния вид и да открие мястото на тежките неизправности чрез запитване. С натискане и задържане на бутон за първи вид на неизправността *SBG1* (сигнал 2) се електроснабдява индивидуалното реле за запитване *KQ1*, което пуска лампата за първо място на неизправността *НЛM1* с мигаща светлина.

3. Квитиране. След приключване на запитването бутонът се отпуска, с което се извършва автоматично квитиране (сигнал 3) в следната последователност: а) при моментен входен сигнал зареботва кратковременно индивидуалното реле за квитиране *KR1*, което прекъсва самозадържането на индивидуалното входно реле *KD1* и се изключват лампите за първи вид *НЛV1* и първо място *НЛM1* на неизправността; б) при продължителен входен сигнал задействува и се самозахранва индивидуалното реле за квитиране *KR1*, като лампата за първи вид на неизправността се превключва от мигаща на равномерна светлина, до прекъсване на индивидуалния входен сигнал, а лампата за първо място на неизправността изгасва.

4. Запитване в квитирано положение. При ново натискане на бутона *SBG1* лампата за първо място на неизправността *НЛM1* светва равномерно.

5. Вход на нов индивидуален сигнал от първи вид на неизправността в квитирано положение. Появата на нов входен сигнал от същия вид от друго място (например, второ) води до превключване на лампата *НЛV1* от равномерна на мигаща светлина. При запитване лампата за първо място на неизправността *НЛM1* се пуска с равномерна светлина, а тази за второ място *НЛM2* (не е показана на фиг. 2-24) - с мигаща светлина. С това сигнализацията позволява да се различават възприетите (старите) от невъзприетите (новите) неизправности.

Гелсйната централна координатна сигнализация позволява да се подават 2-3 хил. индивидуални сигнала, които са разположени компактно, функционално и предпадно за бързо ориентирание на операторите. Затова тя спомога за повишаване на нивото на техническа експлоатация при големи електрически централи и подстанции.

Глава трета

ДИСТАНЦИОННО УПРАВЛЕНИЕ НА КОМУТАЦИОННИ АПАРАТИ

3.1. ДИСТАНЦИОННО УПРАВЛЕНИЕ НА МАЛОМАСЛЕНИ ПРЕКЪСВАЧИ С ТРИФАЗНО ПРУЖИНО ЗАДВИЖВАНЕ

3.1.1. ОСНОВНИ ПОЛОЖЕНИЯ

Маломаслените прекъсвачи с трифазно пружино задвижване имат най-широко приложение в електрическите централи и подстанции. Към тях спадат всички български, съветски и немски прекъсвачи тип А, МАО, ВМП и СС1. Техните задвижвания са общи за трите фази и имат непреко действие. Всяко задвижване съдържа включваща и изключваща пружина с принадлежащите им задържащи механизми, електродвигател с редуктор и командни електромагнити.

Включващата пружина е спираловидна или цилиндрична. Тя се натяга след всяко включване на прекъсвача чрез електродвигател на постоянно напрежение, който се командува автоматично чрез краен изключвател на задвижването. Ръчното зареждане на включващата пружина се прилага само при неизправности на вторичните вериги за задвижване и в малки РУ (трансформаторни постове и изловни станции). При включване на прекъсвача енергията на включващата пружина се изразходва за затваряне на неговите контакти и за опъване на изключващата пружина.

Командните електромагнити на задвижването са с малка мощност и служат за освобождаване на задържащите механизми на включващата и изключващата пружина. Затова при тези задвижвания има опасност от непълно завършване на операциите с прекъсвачите. При недостатъчна продължителност на командите електромагнитите не успяват да освободят задържащите механизми на пружините и операциите не се извършват, но заплахата за самия прекъсвач не съществува. Обратно, когато командите имат задоволителна трайност, електромагнитите действуват задържащите механизми, пружините се свикват и желаните манипулации с прекъсвача се реализират

докрай.

Под недостатъчна продължителност на командата се разбира снемане на същата преди завършване на желаната операция с прекъсвача. Такива случаи се получават при неопитност на оператора, разрегулиране и нагаряне на контактите на командния ключ и др. Подаването на кратковременни команди не води до повреди на маломаслените прекъсвачи. Затова не се предвиждат никакви допълнителни мерки за пълно завършване на манипулациите. Това позволява значително да се опростят техните схеми за дистанционно командване.

3.1.2. УПРАВЛЕНИЕ С КОМАНДНО-КВИТИРАЩИ КЛЮЧОВЕ

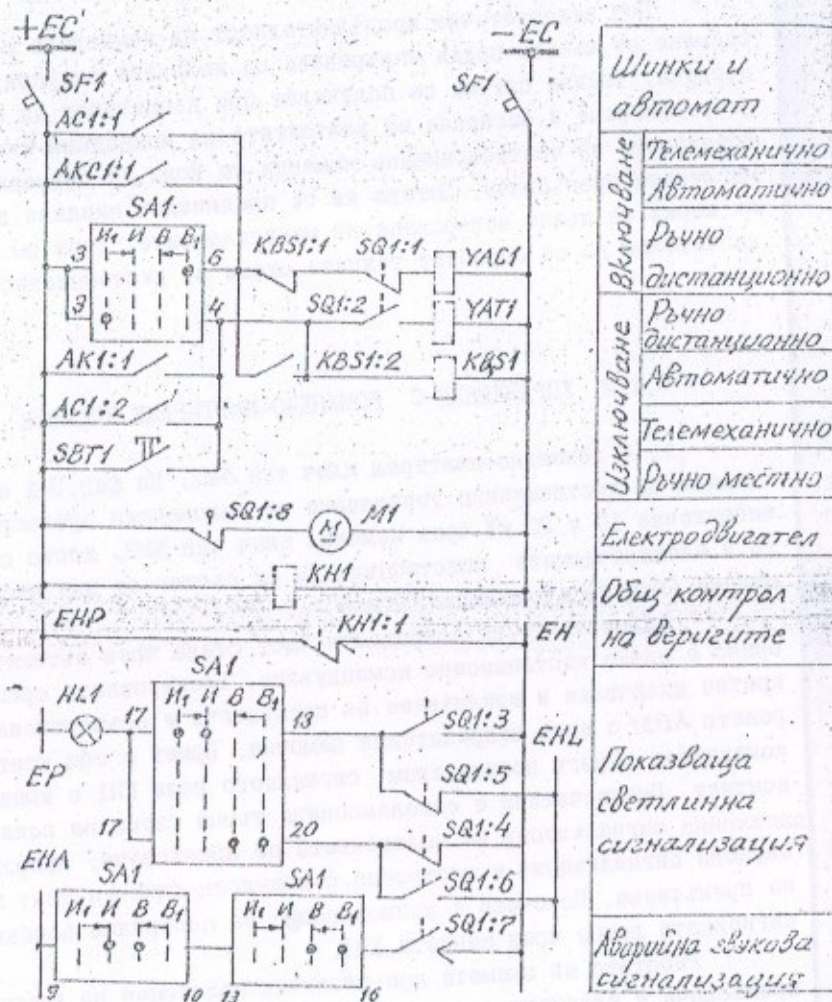
1. С командно-квитиращ ключ тип SM2. На фиг. 3-1 е дадена схемата за дистанционно управление на маломаслен прекъсвач за напрежение 10 и 20 kV чрез немския ключ тип SM2, който се прилага в електрическите подстанции. Тя се състои от две части: командна (горна) и сигнална (долна).

Захранването на командната част става чрез автомат. Избрано е пряко дистанционно командване. Блокировката срещу многократно включване и изключване на прекъсвача е осъществена чрез релето KBS1 с една напрежителна намотка. Приет е общ контрол на командните вериги посредством сигналното реле KHI с импулсен контакт. Предпочетена е едноламповата тъмна схема на показваща светлинна сигнализация за положението на прекъсвача. Аварийната звукова сигнализация е построена с импулсен блок-контакт Sqi:7 на прекъсвача. Посочена е възможността за централно пробване на сигналната лампа чрез шинката ENL.

Работата на схемата при различни положения на ключа и прекъсвача е следната.

а. Изключено положение (посочено на фиг. 3-1). Когато ключът и прекъсвачът са изключени, има съответствие. Сигналната лампа не свети, тъй като последователно свързаните с нея два паралелни ключа са прекъснати (горният - от блок-контакта SQ1:3 на прекъсвача, а долният - от контакта 17-20 на ключа). Включващата пружина е натегната от електродвигателя M1.

б. Ръчно дистанционно включване. При приключване на ключа в положение В (предварително включено) неговият контакт 17-20 се затвара. С това сигналната лампа започва да мига и показва несъот-



Фиг. 3-1

вотствие. С подаване на включвателна команда (положение В₁) чрез контакта 3-6 на ключа се прилага напрежение към електромагнита за включване УАС1. При достатъчна продължителност на командата той освобождава включващата пружина, която включва трите фази на прекъсвача и натага изключващата пружина. Посредством крайния изключвател на задвижването SQ1:8 се пуска електродвигателя за навяране на включвателната пружина. Сигналното устройство на прекъсвача превключва. Чрез блок-контакта SQ1:1 се прекъсва включвателната команда, а с SQ1:4 се прекратява мигащата светлина на лампата. Това е указание за изпълнение на командата, която може да бъде снета. Във включено положение е налице съответствие между ключа и прекъсвача и лампата не свети.

в. Автоматично и телемеханично включване. При включване на прекъсвача от системната автоматика и телемеханиката пристичат описаните по-горе процеси. Чрез блок-контакта SQ1:3 на прекъсвача се пуска сигналната лампа да мига. Това е индикация за несъответствие между ключа и прекъсвача. За положението на прекъсвача се съди по ръкохватката на ключа, който е изключен. Следователно прекъсвачът е включен. За снемане на мигащата светлина е необходимо ключът да се приведе ръчно в съответствие с прекъсвача (във включено положение В).

г. Автоматично и ръчно местно изключване. При изключване на прекъсвача от релейната защита или чрез бутона се създава несъответствие. С блок-контакта SQ1:7 се пуска аварийният звуков сигнал, а чрез SQ1:4 се включва веригата на сигналната лампа и тя започва да мига. Спирането на мигащата светлина става с ръчно завъртане на ключа в изключено положение И.

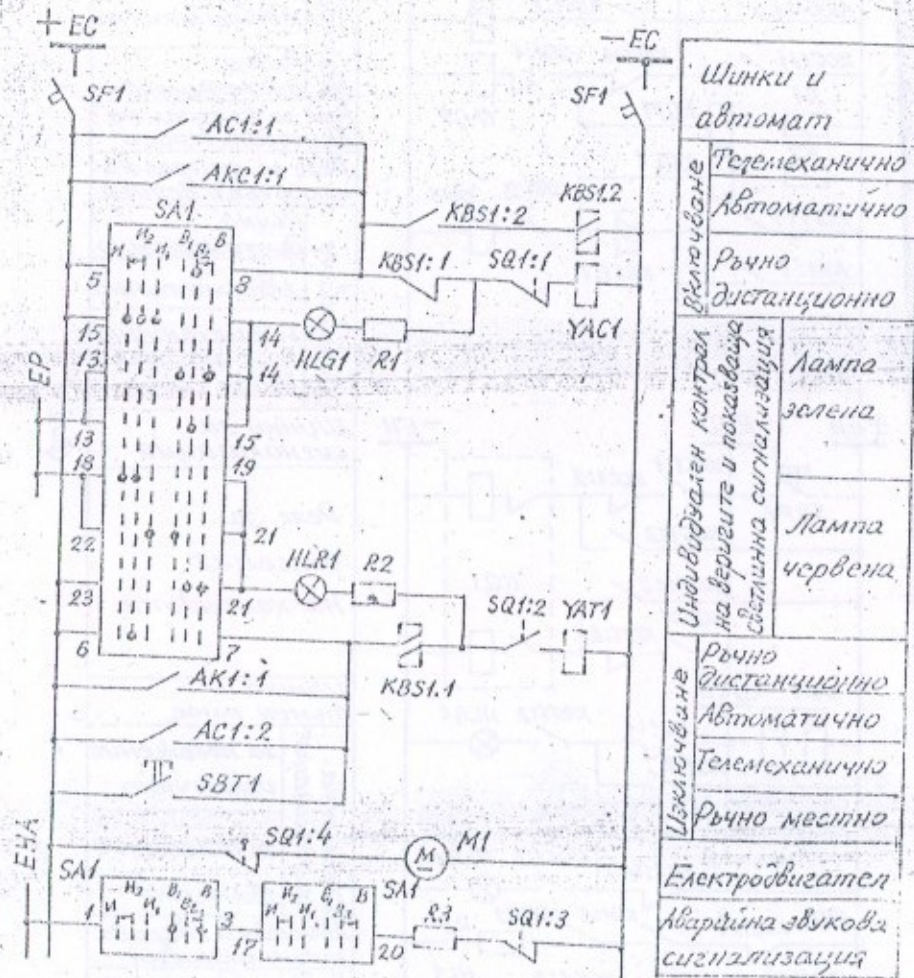
При ръчно дистанционно изключване на прекъсвача настъпват аналогични явления, които могат лесно да се проследят по схемата.

Когато се прекъсне оперативното напрежение в командната част на схемата, сигналното реле KH1 пуска предупредителната звукова сигнализация и подава индивидуален оптичен сигнал с налягащ клапан.)

2. С командно-квотиращ ключ тип ПКОБФ. На фиг. 3-2 е показана схемата за дистанционно управление на маломаслен прекъсвач за напрежение 10 и 20 кV с командно-квотиращ ключ тип ПКОБФ, който се среца в електрическите централи. Тя се захранва чрез автомат. Прието е релейно дистанционно командване. Изработена е двумаямперова схема на показваща светлинна сигнализация за положението на прекъсвача, в която сигналните лампи служат за индивидуален светлин-

ней контрол на командните вериги. Затова веригите за командване и за сигнализация са взаимно свързани в една обща схема. Аварийната звукова сигнализация е изпълнена с изключващ блок-контакт SQ1:3 на прекъсвача. Блокировката срещу многократно включване и изключване е осъществена чрез двунамотачно реле KBS1 с токова и напрежителна намотка.

Веригата на зелената сигнална лампа HLQ1 е свързана след контакта KBS1:1 на релето за блокировка срещу многократно включване и изключване, за да се постигне правилна показваща светлинна



Фиг. 3-2

сигнализация за положение "изключено" на прекъсвача. В противен случай при прекъсване на включвателната верига от контакта KBS1:1 ще липсва светлинна сигнализация, което може да доведе до заблуждение за неизправност на включвателната верига.

Действието на схемата е следното:

а. Изключено положение (изобразено на фиг. 3-2). Ключът и прекъсвачът са изключени и между тях има съответствие. През контакта 15-14 на ключа и блок-контакта SQ1:1 на прекъсвача зелената лампа е присъединена към шините $\pm EC$. Тя свети равномерно и контролира изправността на включвателната верига. Включващата пружина е натегната от електродвигателя.

б. Ръчно дистанционно включване. При завъртане на ключа в положение В₁ (предварително включено) се затваря неговият контакт 13-14. С това зелената лампа се превключва на мигаща светлина и показва несъответствие между ключа и прекъсвача. При подаване на команда за включване (положение В₂) с контакта 5-8 се шунтира зелената лампа, която изгасва. Прекъсвачът включва. С блок-контакта SQ1:1 той прекъсва включващата команда, а чрез SQ1:2 пуска червената лампа да свети равномерно. Това е указание за изпълнението на командата, при снемането на която ключът се самовъзвръща във включено положение В. Налице е съответствие. Горенето на червената лампа посочва включено положение на прекъсвача и контролира изправността на изключвателната верига.

в. Автоматично или телемеханично включване. В този случай след включване на прекъсвача чрез блок-контакта SQ1:1 се сваля включващата команда. С блок-контакта SQ1:2 се пуска червената лампа да мига, което означава несъответствие между ключа и прекъсвача. За получаване на съответствие трябва ключът да се завърти във включено положение В. Тогава червената лампа се превключва от мигаща на равномерна светлина.

г. Ръчно дистанционно изключване. Когато ключът се завърти в положение И₁ (предварително изключено) чрез контакта 21-22 червената лампа започва да мига. С подаване на изключвателна команда (положение И₂) се затваря контактът 6-7, който шунтира червената лампа и тя изгасва. Прекъсвачът изключва. С блок-контакта SQ1:2 се прекъсва включвателната команда, а чрез SQ1:1 се пуска зелената лампа да свети равномерно. Това е индикация за изпълнение на командата, която може да бъде снет с отпускане на ключа.

д. Автоматично и ръчно местно изключване. С това се свързва

на положение на несъответствие между прекъсвача и ключа. Чрез блок-контакта SQ1:3 се пуска аварийният звуков сигнал, посредством SQ1:2 се прекъсва изключващата команда, а с SQ1:1 се включва зелената лампа с мигаща светлина.

Следователно при изправност на контролираната верига за следващата операция свети равномерно (при съответствие) или мига (при несъответствие) една от лампите. Когато се повреди същата верига, двете лампи изгасват.

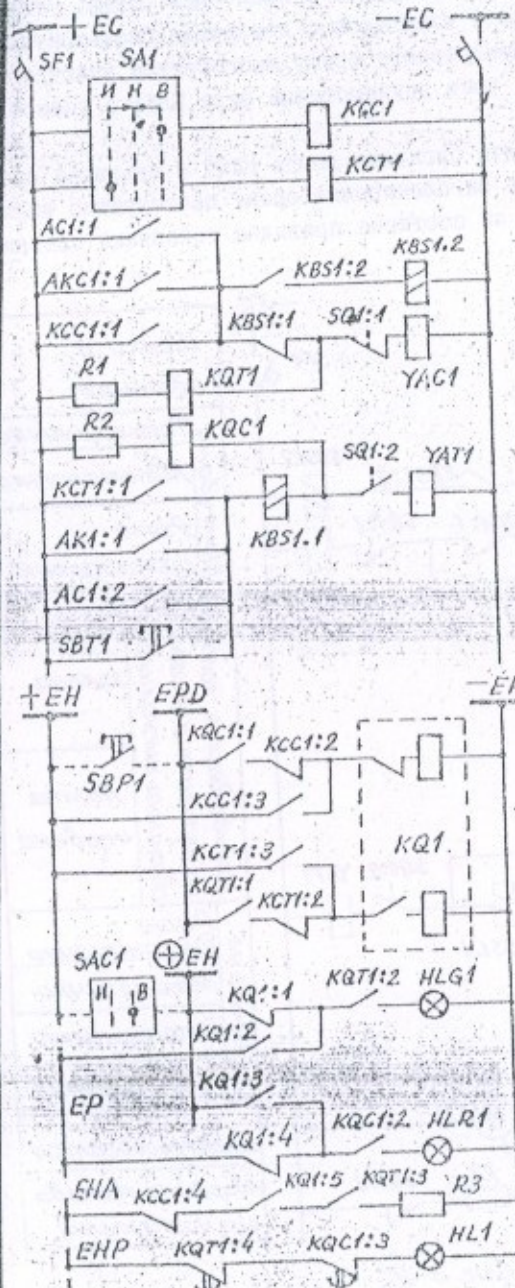
Добавъчните резистори R1 и R2 се избират с оглед при късо съединение в лампата да се постигне (Л.4): а) напрежението към командните електромагнити да не е достатъчно за тяхното зареждане; б) продължителният ток през командните електромагнити да не превишава 15% от номиналния, за да не ги прегрева и поврежда; в) напрежението към сигналните лампи при здрави резистори да бъде над 60% от номиналното, за да се забелязва добре тяхното светене.

3.1.3. УПРАВЛЕНИЕ С КОМАНДНИ КЛЮЧОВЕ БЕЗ ФИКСИРАНИ ПОЛОЖЕНИЯ Тип НКВ

1. С малогабаритен ключ тип МКВ. На фиг. 3-3 е посочена схемата за дистанционно управление на маломощен прекъсвач за 10 и 20 kV с малогабаритния ключ без фиксирани положения тип МКВ. Тя е построена въз основа на фиг. 2-7, 2-17, 2-21, б, 2-23 и 3-2 и разделена на две части: за командване и за сигнализация.

Избрано е косвено ръчно дистанционно командване чрез командните релета KCC1 и KCT1, тъй като ключът е малогабаритен. Чрез индивидуален звуков контрол на командните вериги с релетата за положение KQC1 и KQT1. Блокировката срещу многократно включване и изключване на прекъсвача е изпълнена с двунамотачното реле KBS1 с токова и напрежителна намотка. За сигнализация се използва двупозиционното, двунамотачно реле за фиксация на ръчните дистанционни команди KQ1. Неговите две намотки се захранват посредством контактите KCC1:3 и KCT1:3 на командните релета. В схемите за показваща, аварийна и предупредителна сигнализация се употребяват контакти на релетата за командване, за положение и за фиксация.

Подбрана с дуламповата светеща схема на показваща светлинна сигнализация за положението на прекъсвача. За икономия на електрическа енергия веригите за съответствие на лампите се за-



Шинки и автомат	
Командно реле за включване	
Командно реле за изключване	
Включване	Телемеханично
	Автоматично
	Ръчно дистанционно
	Реле за контрол на включват. верига
Изключване	Реле за контрол на изключват. верига
	Ръчно дистанционно
	Автоматично
	Телемеханично
	Ръчно местно
Шинки за сигнализация	
Реле за фиксация на командите	
Шинка тъмен плюс	
Светлинна сигнализация	за положение изключено
	за положение включено
	Аварийна звукова сигнализация
	Предупредителна сигнализация

Фиг. 3-3

хранят от шинката за сигнализация (+) ЕН (тъмен плюс), която получава напрежение само при включване на ключа $SAC1$ за запалване на лампите (общ за пилата ГУ). При несъответствие една от сигналните лампи се скачва към шинката за мигаща светлина ЕР. Сигналните лампи се привеждат в нормално състояние (от мигаща в равномерна светлина) при превключване на релето за фиксация в положение на съответствие чрез бутона и шинката за снемане на мигащата светлина $SBP1$ и EPD , които са също общи за ГУ. При натискане на бутона $SBP1$ се префиксират само релетата, които са в несъответствие с прекъсвачите на съответните монтажни единици. Релетата за фиксация при съответствие не действуват, тъй като техните вериги са прекъснати от контактите на релетата за положение или от последователно свързаните собствени контакти с намотките. В индивидуалните вериги за гасене на лампите е присъединен по един изключващ контакт $KCS1:2$ и $KCT1:2$ на командните релета, за да се избегне грешната работа на показващата светлинна сигнализация.

Действието на схемата в останалата част е аналогично на описаното към фиг. 3-2. Разликата е само в наличието на предупредителен общ звуков и индивидуален оптичен сигнал при неизправност на контролираната верига за следващата операция.

2. С ключ без фиксирани положения тип ИКОВ или КВ. Схемите са подобни на фиг. 3-3 със следните особености: а) ръчните дистанционни команди се подават пряко на командните електромагнити (отпадат командните релета); б) за правилно действие на аварийната звукова сигнализация, вместо контакта $KCS1:4$ на командното реле за включване, се свързва контактът на координатния ключ, затворен в неутрално положение; в) контактите $KCS1:3$ и $KCT1:3$ на командните релета за захранване на релето за фиксация се заменят с два противоположни моментни контакта на ключа.

Дистанционното управление на маломаслени прекъсвачи за 10 и 20 кV с командни ключове без фиксирани положения тип ИКВ, ИКОВ и КВ се прилага в електрически централи с голям брой на монтажните единици или без постоянен дежурен персонал и в телемеханизирани електрически подстанции.

При схемите за дистанционно управление на маломаслени прекъсвачи за напрежение 110 кV е необходимо да се считат условията за синхронно включване на различните части от електрическата система (вж. гл. 3.2).

По-нататък при дистанционно управление на прекъсвачи и разединители за високи напрежения не се използват командно-кля-

тиращият ключ тип 5М2, едноламповата тъмна схема за показваща светлинна сигнализация, аварийната звукова сигнализация с импулсен блок-контакт на прекъсвачите и общият контрол на командните вериги. За управление на останалите комутационни апарати (автоматични прекъсвачи и магнитни пускатели) за ниско напрежение не се употребяват малогабаритните командни ключове без фиксирани положения и двуламповата светла схема на показваща светлинна сигнализация за положението.

3.2. ДИСТАНЦИОННО УПРАВЛЕНИЕ НА ВЪЗДУХОСТРУЙНИ ПРЕКЪСВАЧИ

156

3.2.1. ОСНОВНИ ПОЛОЖЕНИЯ

Въздухоструйните прекъсвачи се използват главно за напрежение 110 - 750 кV. Към тях се отнасят немските (ГДР) и съветските прекъсвачи тип ДЗАГ и ВВВ. Те имат пофазно пневматично задвижване (включване и изключване), което е с непряко действие и притежава следните предимства: проста конструкция, малки габарити, голяма бързина при работа и възможност за акумулиране на енергия в резервоари. Всяко пневматично задвижване съдържа цилиндър с бутала и пневматични клапани, които се управляват с маломощни командни електромагнити.

При дистанционно управление на въздухоструйни прекъсвачи с пофазно пневматично задвижване се считат следните три основни фактора: а) технологичните условия за работа на прекъсвачите в монтажните единици; б) наличието на пофазно задвижване на трите фази на прекъсвачите; в) използването на стъпения въздух за гасене на електрическата дъга и за задвижване на прекъсвачите.

3.2.2. ТЕХНОЛОГИЧНИ УСЛОВИЯ ЗА РАБОТА НА ПРЕКЪСВАЧИТЕ

Технологичните условия за работа на прекъсвачите в монтажните единици са изходна база при тяхното дистанционно управление, тъй като се явяват определящи за решаване на следните проблеми: а) вид на автоматичното управление; б) необходимост от синхронизация при включване на прекъсвачите; в) предимство на ръчно

местно командване; г) липса на телемеханично командване.

Монтажните единици за различни номинални напрежения са събрани с разнообразна релейна защита и системна автоматика, които дефинират вида на автоматичното управление.

За напрежение 110 kV се устроява трифазно автоматично изключване (от релейната защита) и включване (от системната автоматика). Затова въздухоструйните прекъсвачи за 110 kV са с трифазно ръчно дистанционно и автоматично управление. За целта едновременно командни електромагнити (помощни контактори) на трите фази се свързват паралелно помежду си. Токът в общата включваща и изключваща верига се увеличава трикратно в сравнение с трифазното задвижване. Същият не е опасен за ръчните и автоматичните командни органи (командни ключове, релейна защита, системна автоматика и др.), тъй като те затварят командните вериги. В общия случай се съединяват в паралел и еднотипните блок-контакти на трите фази на прекъсвачите.

За напрежения 220, 400 и 750 kV се прилагат пофазните релейна защита и системна автоматика. По тази причина прекъсвачите за 220-750 kV са с трифазно ръчно дистанционно и пофазно автоматично управление. Това налага изключващите електромагнити на отделните три фази да се присъединят в самостоятелни вериги, за да се постигне избирателно автоматично изключване от релейната защита само на погрешените фази. За пофазно автоматично включване включващият електромагнит и един изключващ блок-контакт на всяка фаза на прекъсвача се свързват последователно в самостоятелни клонове, които от своя страна се скъчват в паралел (Л. 4, 17, 22, 32).

Технологичните особености на монтажните единици за напрежения 110-750 kV формулират необходимостта от синхронизация при включване на прекъсвачите. За целта в командните вериги за включване се свързват необходимите технически средства за синхронизация (означени на фиг. 3-4 условно с ТССХ).

Нормалните прекъсвачи тип ДЗАФ имат вграден бутон в командните шкафове за ръчно местно включване и изключване, които се присъединяват в схемите за управление.

Обикновено въздухоструйните прекъсвачи се монтират в РУ 110-750 kV на големи електрически централи и подстанции, които имат постоянен дежурен персонал. Затова в близко време не се предвижда телемеханичното управление на тези обекти.

3.2.3. ПОФАЗНО ЗАДВИЖВАНЕ НА ПРЕКЪСВАЧИТЕ

156

Пофазното задвижване на прекъсвачите обуславя възможността за непълнофазни режими, които са ненормални. Затова се въвеждат следните мероприятия при дистанционно управление на прекъсвачите: а) контрол за непълнофазни режими; б) блокировка срещу непълнофазно включване; в) защита на командните електромагнити.

Контролът за непълнофазни режими се изпълнява с помощно реле в два варианта: а) с включващ контакт (фиг. 3-4, а); б) с изключващ контакт (Л. 23).

Контактите на релетата се затварят със закъснение, за да се избегне грешно подаване на предупредителен сигнал при допустимото неедновременно превключване на фазите на прекъсвачите. При първия вариант вместо помощно реле може да се включи сигнална лампа.

Непълнофазните режими са указание за неизправност на прекъсвачите. Затова се предвижда блокировка срещу непълнофазно включване, която действа за автоматично трифазно изключване на прекъсвачите. При непълнофазно изключване не се предвижда блокировка за неговото ликвидиране чрез обратно включване, тъй като се отчита възможността да се включи повреден прекъсвач при трайно късо съединение. В този случай се разчита на устройството за резервиране отказа на прекъсвачите (УРОП).

Блокировката срещу непълнофазно включване се изпълнява чрез релето за контрол на непълнофазните режими, което с втори контакт (включващ по първия вариант и изключващ по втория вариант) подава команда за трифазно изключване на прекъсвача. За правилната работа на блокировката изключвателната команда се предава със закъснение, което не трябва да правираща времето за действие на резервните токови защиты за нулева последователност на съедините участъци. С това се избягва нейното грешно пускане при вероятното неедновременно включване на фазите на прекъсвача и на техните блок-контакти от сигналните устройства.

За въздухоструйни прекъсвачи с паралелно свързани блок-контакти на трите фази в оперативните вериги съществува опасност от прегряване на командните електромагнити в непълнофазни режими при самозадържащи команди. Затова се предвижда тяхната защита от продължителен ток, която се осъществява чрез магнетен пускател

Тя се свежда до принудително прекъсване на самозадържащите команди след изтичане на времето за пълно завършване на операциите за трите фази. Нормално намотката на пускателя е под напрежение през подходящ (изключващ) контакт на релето за контрол на непълнофазни режими, а включващите му контакти с дълготрайно затваряне веригите на командните електромагнити. При непрекъснато включване на една или две фази на прекъсвача с времезакъснените отпада захранването на пускателя и той прекъсва принудително оперативните вериги на командните електромагнити. Защитата се връща в изходно състояние след отстраняване на непълнофазния режим.

За въздухоструйни прекъсвачи, които имат блокировка срещу непълнофазно включване, се предвижда защита само на електромагнитите за изключване.

108

3.2.4. ИЗПОЛЗВАНЕ НА СГЪСТЕНИЯ ВЪЗДУХ В ПРЕКЪСВАЧИТЕ

Заводите-производители гарантират надеждната работа на въздухоструйните прекъсвачи с пневматично задвижване при определени минимални граници за налягането на сгъстения въздух. Затова тези прекъсвачи и задвижването им са силно чувствителни към стойността на налягането. За въздухоструйните прекъсвачи съществува опасност от непълно завършване на операциите "включване" и "изключване" при недостатъчна продължителност на командите и при понижаване на работното налягане преди и през време на операциите. При тези обстоятелства се намалява скоростта на подвижните контакти и на въздушната струя за гасене на образуваната електрическа дъга. Това довежда до увеличаване на времето за извършване на операциите, до заваряване на контактите и до повреда на прекъсвачите. Затова към дистанционното управление на прекъсвачите с пневматично задвижване се поставят следните допълнителни изисквания: 1) да има блокировка срещу включване и изключване на прекъсвача при понижено работно налягане под допустимата граница; 2) да осигурява пълно завършване на операциите при недостатъчна продължителност на командите и при понижаване на работното налягане през време на операциите; 3) да предвижда блокировка на системната автоматика срещу АПВ на прекъсвача при понижено работно налягане под определена граница, която е винаги по-висока от тази за единична операция.

За реализиране на първото изискване се контролира налягането

в собствените резервоари на фазите на прекъсвача с електроконтактни манометри, които чрез контакти на помощно реле прекъсват командните вериги за единични операции при понижаване на работното налягане под допустимото и подават предупредителен сигнал.

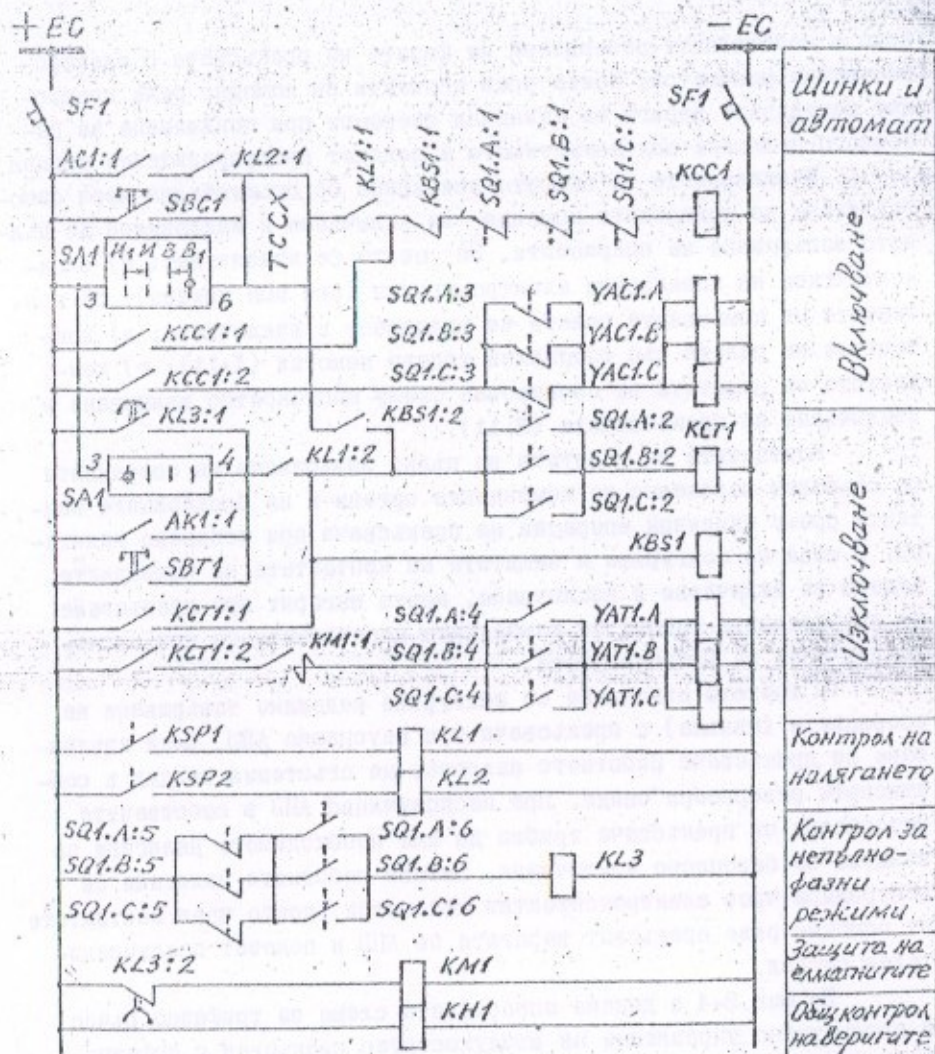
Изпълнението на второто изискване се осъществява чрез самозадържане на подадената команда за включване и изключване до пълното завършване на операциите. За целта се използват: а) блок-контактите на командните електромагнити (ако има такива); б) контактите на командните релета за включване и изключване; в) контактите на релета със специални токови намотки (Л.11); г) контактите на релетата за блокировка срещу многократно включване и изключване на прекъсвачите (Л.11).

Контактите на релетата за пълно завършване на операциите се свързват паралелно на командните органи и на блокиращите контакти срещу единични операции на прекъсвача при понижено налягане. С това се осигурява и защитата на контактите на командните релета за включване и изключване, които нагарят при прекъсване на значителните токове на командните електромагнити при несполучлив край на манипулациите.

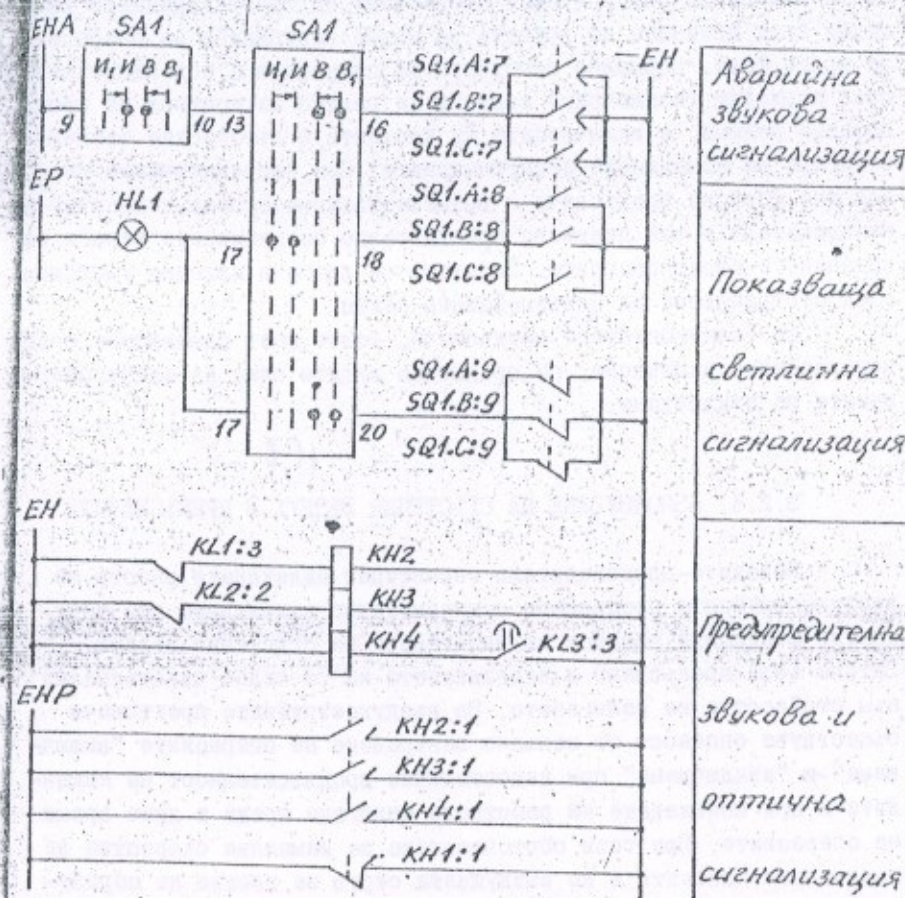
С третото изискване се осигурява надеждно завършване на операциите (пикъла) с прекъсвача при неуспешно АПВ. След изключване на прекъсвача работното налягане на сгъстения въздух в собствените резервоари спада. При несполучливо АПВ в собствените резервоари на прекъсвача трябва да има необходимото налягане на въздуха за безопасно изключване. Затова работното налягане се контролира чрез електроконтактни манометри, които чрез контактите на помощно реле прекъсват веригата на АПВ и подават предупредителен сигнал.

На фиг. 3-4 е дадена опростената схема за трифазно ръчно и автоматично управление на въздухоструен прекъсвач с пофазно пневматично задвижване за напрежение 110 kV. Тя се състои от две отделни части: а) за командване (фиг. 3-4, а); б) за сигнализиция (фиг. 3-4, б).

Всички команди се подават косвено чрез командни релета за включване КСС1 и изключване КСТ1. Ръчното дистанционно командване се осъществява с немския ключ тип SM2. Изпълнителят команди се предават през технически средства за синхронизация ТССХ. Предвижда се ръчно местно командване с бутон от командния шкаф. Във веригата на релето КСС1 са свързани последователно изключващи блок-контакти на трите фази на прекъсвача. С това се



Фиг. 3-4а



Фиг. 3-4б

предотвратява включването на останалите фази на прекъсвача при неизправност на сигналното устройство към една фаза. В другите командни вериги едноименните блок-контакти на трите фази са скачени паралелно, с което се постига максимална надеждност на командването.

Блокировката срещу многократно включване и изключване на прекъсвача е реализирана чрез релето KMS1 с една напрежителна намотка.

Контролът за непълнофазни режими се изпълнява чрез помощното реле KL3, което с включващия контакт KL3:3 пуска предупредителната сигнализация. С контакта KL3:1 подава команда за три-

Аварийна
звукова
сигнализация

Показваща
светлинна
сигнализация

Предупредителна
звукова и
оптична
сигнализация

фазно изключване при непълнофазно включване.

Защитата на изключващите електромагнити при непълнофазни режими се извършва чрез магнитния пускател КМ1. Неговият контакт с цългосане КМ1:1 е присъединен последователно във веригата на електромагнитите за изключване. При пълно прекъсване на трите фази на прекъсвача релето КЛЗ се захранва. С контакта КЛЗ:2 сменя напрежението към задържащата намотка на пускателя, който чрез свой контакт прекъсва оперативната верига на изключващите електромагнити. Прекъсвачът има блокировка срещу непълнофазно включване. Затова не се предвижда защита на включващите електромагнити.

Контролът на командните вериги е общ и се провежда със сигналното реле КН1.

Избрана е едноламповата тъмна схема на показаната светилна сигнализация за положението на трите фази на прекъсвача, тъй като продължителните непълнофазни режими са недопустими. За целта в двете клона на несъответствие са присъединени паралелно разнотипни блок-контакти на трите фази. При съответствие между ключа и трите фази сигналната лампа не свети. При създаване на несъответствие за една, две или три фази на прекъсвача лампата мига. За непълнофазното прекъсване на прекъсвача се съди по индикацията на предупредителната сигнализация. За контролно пробване на сигналната лампа във всяка една верига към шините КН1 се включват последователно едноименните блок-контакти на трите фази на прекъсвача (за опростяване на фиг. 3-4, б не са посочени).

Контролът на налягането на въздуха в резервоарите към фазите на прекъсвача се извършва с електроконтактни манометри КСП1 и КСП2 (за опростяване на фиг. 3-4, а са показани само контактите на една фаза, като тези на останалите две фази се свързват паралелно). Манометърът КСП1 контролира налягането за единична операция. При понижаване на налягането под допустимото той отваря своите контакти и прекъсва захранването на помощното реле КЛ1. Последното се възвръща и с контактите КЛ1:1 и КЛ1:2 блокира включването и изключването на прекъсвача, а с контакта КЛ1:3 пуска предупредителната сигнализация. Блокировката на АПЗ при понижено налягане се реализира по същия начин чрез манометъра КСП2 и помощното реле КЛ2 (с контакти КЛ2:1 и КЛ2:2).

Самозадържането на подадените команди до пълното завършване на операциите се постига с контактите КОС1:1 и КСТ1:1 на командните релета. Те са присъединени паралелно на командните

органи и на блокиращите контакти КЛ1:1 и КЛ1:2 срещу единични операции при понижено налягане (фиг. 3-4, в).

166

3.3. ДИСТАНЦИОННО УПРАВЛЕНИЕ НА РАЗЕДИНИТЕЛИ

3.3.1. ОСНОВНИ ПОЛОЖЕНИЯ

Дистанционното управление се прилага при разединители за напрежение 110-750 кV с електродвигателно и пневматично задвижване.

При дистанционно управление на разединители се спазват следните основни принципи:

1. Заземителните разединители на апаратните блокове се командуват ръчно местно с бутони, поместени в командните шкафи на монтажните единици. Останалите разединители се управляват ръчно дистанционно от командните зали със същите типове ключове, които служат за командване на прекъсвачите. За бързо разграничаване командните ключове на прекъсвачите и на разединителите се избират с различни фланци. Например, ключовете на прекъсвачите се доставят с квадратни фланци, а на разединителите - с кръгли фланци.

2. Дистанционното командване на разединителите е обикновено пряко. Принципно схемите за дистанционно командване се захранват по два начина: а) схемите за командване на разединителите във всяка РУ се обединяват със схемите за блокировки в същата уредба и се електроснабдяват централно от шините за блокировка (вж. фиг. 1-1); б) схемите за командване на разединителите към дадена монтажна единица се групират със схемата за дистанционно командване на съответния прекъсвач и се захранват местно от шините за управление на същата първична верига.

3. За автоматично ограничаване на продължителността на управляващите сигнали в двете командни вериги (за включване и изключване) се свързват два противоположни блок-контакта на разединителя с пневматично задвижване или на електродвигателното задвижване. Същите служат за еднозначно потвърждение на веригата само за следващата операция и за прекъсване на подаването на команди, с което се избягва нагарянето на контактите на релните командни органи.

4. Сред първичните схеми и номиналните напрежения на

РУ се предвиждат необходимите блокировки съгласно т.2.3.

5. Показващата сигнализация за положението на разединителите с индивидуално дистанционно управление е светлинна. Тя се изпълнява, както при прекъсвачите по еднолампова тъмна или двулампова светла схема. При изборително управление показващата сигнализация на прекъсвачите и разединителите е апаратна и се съществява с магнитни показатели.

Схемата на показваща сигнализация за разединителите на всяка една монтажна единица се явява продължение на аналогичната схема на прекъсвача към съответната първична верига.

Полсжението на заземителните разединители на апаратните блокове не се сигнализира. В случая се разчита на визуално наблюдение от мястото на командните шкафов в РУ.

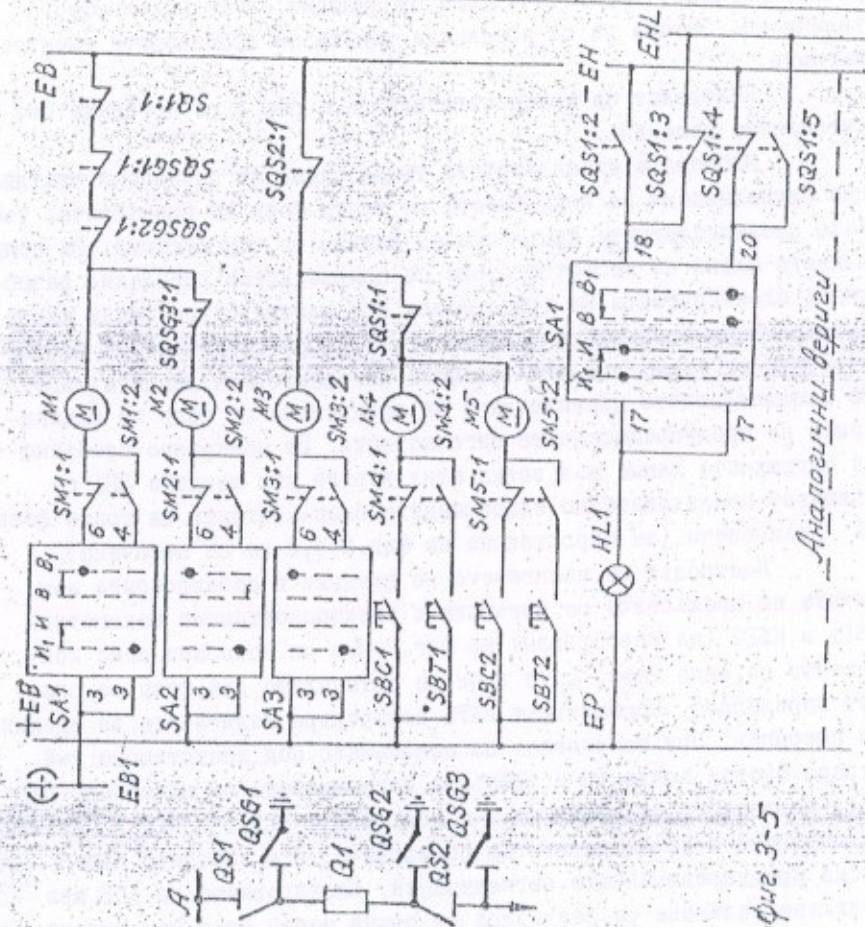
3.3.2. РАЗДЕЛИНИТЕЛИ С ЕЛЕКТРОДВИГАТЕЛНО ЗАДВИЖВАНЕ

Разединителите с електродвигателно задвижване се употребяват в РУ 110 кV, когато прекъсвачите са маломаслени с пружинно задвижване.

Електродвигателното задвижване е трифазно — общо за трите фази. То съдържа електродвигател и редуктор. За постоянно напрежение 220 V се прилагат серийните електродвигатели с мощност 2 kW. Те се въртят в противоположни посоки при включване и изключване на разединителите. Обръщането на посоката на въртене става чрез автоматично превключване на тока в роторната намотка с контакти, монтирани към задвижването (същите не се показват на схемите за дистанционно управление).

На фиг. 3-5 е дадена схемата за дистанционно управление на разединителите с електродвигателно задвижване към извод от открити РУ 110 kV с единична шинна система. Тя отговаря на основните принципи от т.3.1.1 и е разделена на две части: за командване и блокировки и за сигнализация. Същите се захранват централно, като втората е продължение на схемата за показваща светлинна сигнализация за положението на прекъсвача към същата монтажна единица.

* Дистанционното командване на разединителите е пряко и се осъществява с командно-квитиращи ключове тип SM2. Само заземителните разединители на апаратния блок се командуват ръчно местни



exp. 3-5

с бутон от командния шкаф на извода.

Автоматичното ограничаване на продължителността на командите се извършва чрез два противоположни блок-контакта на задвижването.

В съответствие с т.2.3.1 е избрана електрическа оперативна блокировка на разединителите, която е построена според фиг. 2-14.

Приета е едноламповата тъмна схема на показваща светлинна сигнализация за положението на дистанционно управляваните разединители, която отговаря на фиг. 2-16. За заземятелните разединители на апаратния блок не се предвижда показваща сигнализация за положението.

Действието на схемата е следното.

Всички разединители се командуват ръчно: местно - заземятелните разединители на апаратния блок и дистанционно - останалите разединители.

а. Изключено положение (посочено на фиг. 3-5). При изключени командни ключове и разединители има съответствие. Сигналните лампи не светят. Подготвени са включващите оперативни вериги на разединителя чрез изключващите блок-контакти на електродвигателното задвижване.

б. Ръчно дистанционно включване на шинния разединител. Операциите с шинния разединител са позволени при деблокирани командни вериги, когато са изключени прекъсвачът, заземятелните разединители на апаратния блок и заземятелният разединител на шинната система. При затваряне на ключа SA1 в положение В (предварително включено) чрез контакти 17-20 се пуска сигналната лампа ИЛ1 да мига. Когато се подаде команда за включване (положение В₂), с контакта 3-6 се захранва електродвигателя М1. Той включва шинния разединител, който превключва своите блок-контакти с SM1:1 прекъсва подадената команда, а с SM1:2 подготвя изключващата верига. Сигналното устройство на разединителя също изменя своето положение. С блок-контакта SQS1:4 се прекъсва мигането на сигналната лампа. Това е указание за изпълнение на командата. Ръкохватката на ключа може да се отпусне, с което тя се самозатваря в състояние В (включено). Тогава настъпва съответствие между ключа и разединителя.

в. Ръчно дистанционно изключване на шинния разединител. При изключено състояние на шинния разединител и на ключа SA1 сигналните лампи не светят. Когато ключът се затвори в положение

ние И (предварително изключено), чрез контакта 17-18 се подава напрежение на сигналната лампа и тя започва да мига. При даване на изключваща команда с контакта 3-4 се захранва електродвигателя, ако е деблокирана неговата оперативна верига (вж. по-горе т.б). Разединителят и блок-контактите на задвижването му превключват и заемат показаното положение на фиг. 3-5. С това се прекъсва изключващата команда и мигането на сигналната лампа. При снемане на шинната сила от ръкохватката на ключа, тя се самозатваря в изключено състояние И.

Включването и изключването на другите два разединителя с дистанционно управление (линейния и заземятелния на линията) става по същия начин, като се спазват необходимите условия за деблокиране на техните командни вериги (вж. т.2.3.2).

г. Операции със заземятелните разединители на апаратния блок. Те се извършват ръчно местно с бутоните за включване и изключване, които са разположени в командния шкаф на монтажната единица. За палта е необходимо да бъдат предварително деблокирани техните командни вериги чрез изключване на работните разединители QS1 и QS2. Подаването на команда може да стане само в оперативната верига, която е подготвена от блок-контактите на електродвигателното задвижване. Натискането на командния бутон за включване или изключване продължава, докато се извърши видимо колането операции с разединителя.

3.3.3. РАЗЕДИНИТЕЛИ С ПНЕВМАТИЧНО ЗАДВИЖВАНЕ

168

Разединителите с пневматично задвижване се използват в РУ 110-750 kV, предимно когато прекъсвачите са въздухоструйни с пневматично задвижване.

Пневматичните задвижвания на разединителите не са така силно чувствителни към големината на работното налягане на състения въздух. Това обстоятелство извънредно опростява схемите за дистанционно управление на тези разединители. Командните електромагнити на пневматичните задвижвания са маломощни и служат за управление на техните спирателни вентили.

Разединителите се комплектуват със следните пневматични задвижвания: а) без вътрешен блокировачен блок, които се произвеждат за напрежение 110 kV у нас и за 750 kV в СССР; б) с външен блок за електропневматична блокировка, които са за

напрежение 110, 220 и 400 kV и се внасят от ГДР; в) с монтиран блок за механопневматична блокировка, които се срещат много рядко у нас за напрежение 110 и 220 kV и са изработени във ФРГ.

Българските разединители за 110 kV се изготвят с трифазно пневматично задвижване. При тях се прилагат електрическите оперативни блокировки. Принципно схемите за дистанционно управление на тези разединители са аналогични на фиг. 3-5 със следните разлики: а) блок-контактите на електродвигателното задвижване се заменят с такива на разединителите; б) на мястото на електродвигателя в двете оперативни вериги се свързват командните електромагнити за включване и изключване.

Немските разединители за 110, 220 и 400 kV са с пофазно и трифазно пневматично задвижване. За тях се употребяват електропневматичните оперативни блокировки. Схемите за дистанционно управление на разединителите с пневматично задвижване, които имат монтиран блокировъчен блок, се състоят от три части: а) за командване; б) за блокировки; в) за сигнализация. При съставяне на схемите за тяхното дистанционно управление се отчитат дадените по-горе различия за българските разединители. Освен тях, тук горната част на фиг. 3-5 се разделя на две съставки: а) за командване, която се изпълнява като продължение на едноименната схема на прекъсвача към същата монтажна единица; б) за блокировки, която най-често се захранва централно от шинките за блокировки на съответната РУ.

Схемите за дистанционно управление на разединителите с встроен блок за механопневматична блокировка се състоят от две части: за командване и за сигнализация.

Когато разединителите са с пофазно пневматично задвижване, се свързват в паралел еднотипните командни електромагнити на трите фази. Едноименните блок-контакти на фазите на разединителя в командните и сигналните вериги се включват паралелно, но в блокировъчните вериги и за централно пробване на сигналните лампи се присъединяват последователно.

3.4. ДИСТАНЦИОННО УПРАВЛЕНИЕ НА АВТОМАТИЧНИ ПРЕКЪСВАЧИ

3.4.1. ОСНОВНИ ПОЛОЖЕНИЯ

Автоматичните прекъсвачи за ниско напрежение се наричат

в практиката автомати. Те се управляват при променливо оперативно напрежение 220 V с командни ключове без фиксирани положения. Същите имат две механично устойчиви (трейни) състояния "включено" и "изключено" и се комплектуват с трифазно електромагнитно или електродвигателно включване и пружинно изключване. Електромагнитното включване се характеризира с голяма мощност, която достига до 12 kW при променливо напрежение 220 V. Затова в електрическите централи и подстанции се прилагат автоматични прекъсвачи с електродвигателното включване, което се изпълнява чрез еднофазен асинхронен електродвигател с навъсо съединен ротор.

3.4.2. СЪВЕТСКИ АВТОМАТИЧНИ ПРЕКЪСВАЧИ ТИП АВМ

На фиг. 3-6 е дадена унифицираната схема за дистанционно командване на съветския въздушен автоматичен прекъсвач тип АВМ, който има трифазно електродвигателно включване и пружинно изключване.

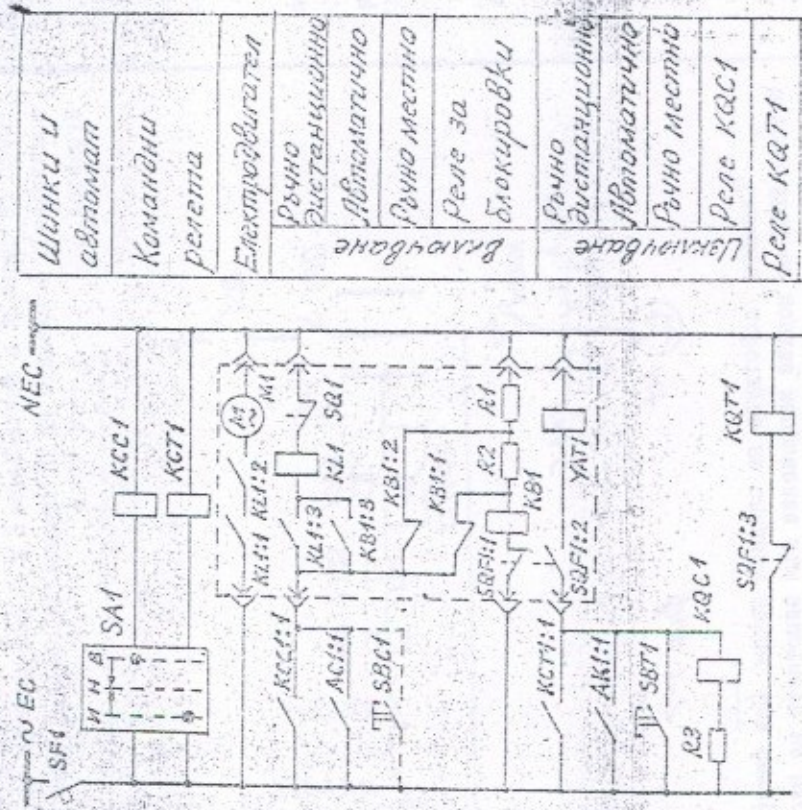
Оперативните вериги се захранват с променливо напрежение 220 V през автомата SF1. Структурно схемата за командване е сходна на тази за управление на маломаслените прекъсвачи с трифазно пружинно задвижване.

Вътрешната електрическа схема на автоматичния прекъсвач е заградена с пунктирни линии. Тя съдържа електродвигател М1, помощно реле КЛ1, реле за блокировки КВ1, електромагнит за изключване УАТ1, два резистора R1 и R2 и краен изключвател SQ1.

Електродвигателят е присъединен към шинките за управление на монтажните единици. В много случаи (Л.1) той може да се скачи в силовата верига преди автоматичния прекъсвач, с което се блокира включването на прекъсвача при липса на захранващо напрежение. За електродвигателя не се предвиждат отделни защитни апарати, тъй като вероятността за къси съединения в неговата верига е много малка.

Избрано е косвено дистанционно управление чрез многобаритния ключ без фиксирани положения тип МКБ и командните реле-та КСС1 и КСТ1. Предвидено е още ръчно местно и автоматично командване. Приет е индивидуален звуков контрол на изключвателната верига с релето за повреда "включено" ККС1. Поради невъзможност за проверка на изключвателната верига, релето за състояние "изключено" КСТ1 се свързва през изключващ блок-контакт на пре-

къслача.



Фиг. 3-6

Схемата работи по следния начин.

При включване на прекъсвача чрез блок-контакта SQP1:1 се подава напрежение на релето K1 през резистора R1. То зарежда и с контактите си K31:1 и K31:2 включва последователно резистора R2 за увеличаване на коэффицента на възвръщане. С контакта K31:3 подготвя веригата на релето K1. Релето K1 не може да действат при два последователно свързани резистора, но зарежда своята котла.

С подаване на ръчна включваща команда чрез командния ключ SA1 се захвърля командното реле KQ1, а след това и командното реле K1. С контактите K1:1 и K1:2 (ага за увелича-

ване на изключващата мощност) се прилага напрежение към електро-двигатели. През време на включвателния процес на прекъсвача (около 0,35 s) се прекъсва неговото сигнално устройство. С блок-контакта SQP1:1 се изключва веригата на релето K1. Самозащитното на релето K1 до пълното включване на прекъсвача се поставя през собствения контакт K1:3. Неговото прекъсване се извършва от крайния изключвател SQ1 след пълното включване на прекъсвача. Едновременно с това електродвигателят натига изключващата пружина.

Другата включваща команда се показват на електродвигателя чрез помощното реле K11.

При изключваща команда задействува електромагнита за изключване УАТ1, който освобождава задържащия механизъм и пружината изключва прекъсвача.

Релето за блокировка KВ1 осигурява: а) защита срещу включване на прекъсвача при понижено напрежение; б) блокировка срещу многократно включване и изключване; в) невъзможност за пускане на електродвигателя при включен прекъсвач.

При понижено напрежение и при включен прекъсвач релето KВ1 не задействува. С контакта си KВ1:3 прекъсва веригата на помощното реле K11 и предотвратява включването на прекъсвача.

Когато се прилага продължителна включвателна команда при наличие на трайно късо съединение в първичната (силовата) верига, прекъсвачът включва и изключва от релейната защита. Вторното включване на прекъсвача се блокира от релето KВ1, което след самовъзвръщане се мунтира от контакта на включващия команден орган. В този случай резисторът R1 предотвратява късото съединение.

Принципно частта за сигнализация е напълно аналогична на Фиг. 3-3 с тази разлика, че тук оперативното напрежение е променливо 220 V със самостоятелни шини ЕН, ЕР, ЕР, ЕП и ЕНР. Действието на сигнализацията е обяснено в т. 3.1.3.

3.5. ДИСТАНЦИОННО УПРАВЛЕНИЕ НА МАГНИТНИ ПУСКАТЕЛИ

3.5.1. ОСНОВНИ ПОЛОЖЕНИЯ

Магнитните пускатели без топлинна защита срещу претоварване представяват контактори. По-нататък ще се разглеждат само

166

магнитните пускатели, които служат за честа превключване (включване и изключване) на първични електрически вериги за ниско напрежение при нормални режими. Затова техните силови контакти се свързват последователно с автоматични прекъсвачи или с предпазители, които защитават веригите от къси съединения.

Магнитните пускатели имат два възможни положения: включено и изключено. Те се намират във включено състояние само при непрекъснато подаване на напрежение към тяхната задържаща намотка. Тази конструктивна особеност на магнитните пускатели ги отличава от разглежданите дотук комутационни апарати (прекъсвачи за високи и ниски напрежения и разединители). Тя се явява изходна база при тяхното дистанционно управление и се свежда до следните два основни принципа: 1) включването и задържането на магнитния пускател във включено положение става чрез непрекъснато прилагане на захранващо напрежение към неговата намотка; 2) изключването на пускателя се извършва чрез сваляне на подаденото напрежение към намотката му.

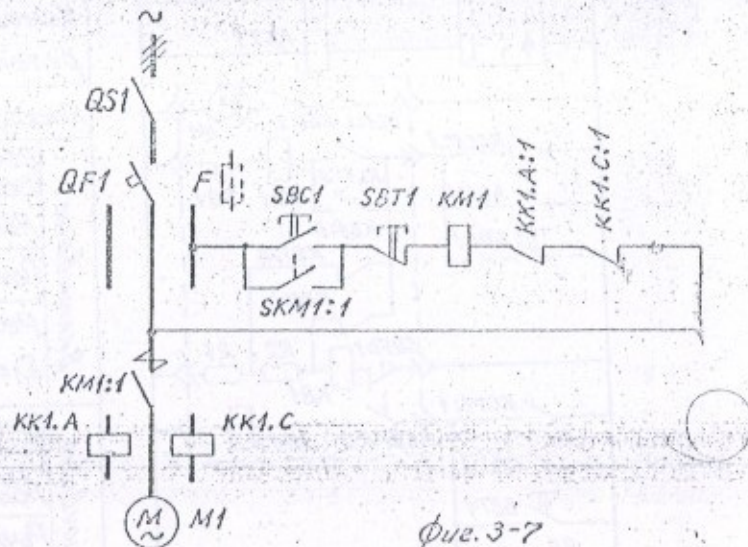
Магнитните пускатели могат да се класифицират по следните показатели: а) според вида на напрежението в първичната (силовата) верига: за постоянно и за променливо напрежение; б) по броя на полюсите (фазите): еднополюсни (еднофазни), двуполусни и трифазни; в) в зависимост от напрежението на задържащата намотка: за постоянно напрежение 220 V и за променливо напрежение 220 и 380 V.

В електрическите централи и подстанции се употребяват предимно трифазните магнитни пускатели за променливо напрежение в първичната верига и на задържащата намотка. Те служат за превключване на асинхронни електродвигатели с накъсо съединен ротор, които според функционално-технологичното предназначение бъдат без и със самопускане и с реверсиране (промяна на посоката на въртене).

3.5.2. МАГНИТНИ ПУСКАТЕЛИ КЪМ ДВИГАТЕЛИ БЕЗ САМОПУСКАНЕ

На фиг. 3-7 е изобразена схемата за управление на магнитен пускател към електродвигателя на неотговорна работна машина, който не се самопуска. Командуването е пряко и се осъществява ръчно, местно с бутони за пускане и спиране. Задържащата намотка на пускателя е за линейно напрежение 380 V. Захранването на оператив-

ната схема става от силовата верига. Защитата на електродвигателя срещу претоварване се осъществява с топлинните релета КК1, които са скъчени в двете фази А и С (по-нататък те няма да бъдат показвани). В схемата ще се приложи сигнализация за магнитния пускател.



Схемата действа по следния начин. При натискане на бутона SBC1 се подава напрежение към намотката на пускателя KM1. Той зарежда и с блок-контакта SKM1:1 се самозадържа, а чрез контактите с дълготрасене КК1:1 включва електродвигателя. Изключването на двигателя става чрез бутона SBT1 или с контактите на топлинните релета, като се прекъсва самозахранването на намотката. С това схемата се връща в изходно положение. Същото състояние се постига, когато изчезне захранващото напрежение или се повреди командната верига. При възстановяване на напрежението магнитният пускател не може да се включи без намесата на оператора. Затова тази схема не осигурява самопускане на двигателя.

Когато защитата срещу къси съединения е изпълнена с предпазители, при изгаряне на един предпазител се превключва към непълнофазен режим с известните последици за намаляване на въртящия момент и прегряване на асинхронния двигател.

3.5.3. МАГНИТНИ ПУСКАТЕЛИ КЪМ ДВИГАТЕЛИ СЪС САМОПУСКАНЕ

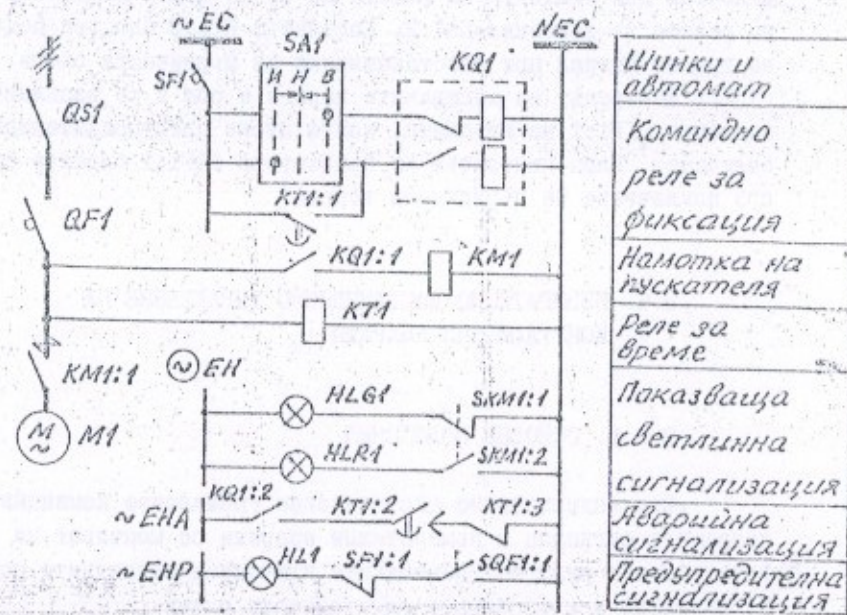
Тези магнитни пускатели са към електродвигатели на отговорни работни машини, които е необходимо да се самопускат.

Най-простата схема се получава, когато на фиг. 3-7 се заменят бутоните за пускане и спиране с контакт на команден ключ с две фиксирани положения (Л.4). Тази схема не отговаря напълно на следните допълнителни технологични принципи за дистанционно управление на магнитни пускатели към двигатели със самопускане:

- 1) при изключване пускателя вследствие на кратковременно понижаване или изчезване на захранващото напрежение в първичната верига до 3-5 s трябва да се осигури автоматично обратно включване на пускателя след възстановяване на напрежението; 2) при продължително прекъсване на напрежението в първичната верига над 10-20; пускателят трябва да остане изключен и след нормализиране на напрежението; 3) неизправностите на оперативните вериги за променливо напрежение да не предизвикват изключване на пускателя.

На фиг. 3-8 е начертана схемата за дистанционно управление на магнитен пускател към асинхронен двигател със самопускане. За изпълнение на основните два и допълнителните три принципа е избрано косвено дистанционно командване чрез реле за фиксация и малогабаритен ключ без фиксирани положения тип МКВ. За опростяване на схемата е посочено само ръчното дистанционно командване. При необходимост от автоматично командване неговите устройства се свързват паралелно на контактите на командния ключ. Тук релето за фиксация служи за подаване на командите към намотката на магнитния пускател. Горната намотка на релето може да се разглежда като включваща, а долната - като изключваща за магнитния пускател. С това се постига фиксиране на командите за включване и изключване и обратно включване на изключения пускател при кратковременно изчезване на напрежението. Следователно по този начин се осъществяват основните два и първия от допълнителните принципи.

За реализиране на втория допълнителен принцип в първичната верига преди силовите контакти на пускателя е присъединено релето за време КТ1, с което се постига защита от минимално напрежение. Когато времето за прекъсване на напрежението в първичната верига е по-голямо от настройката на релето КТ1, то се самоде-
върща. С контакта КТ1:1 се подава команда на релето за фиксация,



Фиг. 3-8

което чрез своя контакт КQ1:1 прекъсва захранването на задържащата намотка на магнитния пускател. С това релето КQ1 се привежда в съответствие с изключеното положение на пускателя. Посредством аналогичен контакт на релето КТ1 се блокира и автоматичната включваща команда при отсъствие на напрежение в първичната верига (Л.1). При изключване на автоматичния прекъсвач в тази верига става аналогично префиксиране на релето КQ1.

С прикачването на задържащата намотка на магнитния пускател в първичната верига през неговите силови контакти се постига: 1) блокиране на включването на пускателя, когато няма първично напрежение; 2) заедно с използваното реле за фиксация да се изпълни третият допълнителен принцип.

Приета е възможната най-проста двулъчкова схема на показваща светлинна сигнализация за положението, при която сигналните лампи се свързват чрез два противоположни блок-контакта на магнитния пускател. Те са свързани към щинката трина фаза за сигнализация ЕН, която е аналогична на щинката трина фаза ЕН от фиг. 3-3.

В пусковата верига на аварийната звукова сигнализация са включени две контакта на релето за време КТ1:2 и КТ1:3 и контакт на релето за фиксиция КФ1:2. Контактът КТ1:3 блокира подаването на трешен сигнал при възстановяване на първичната схема.

Контролът на командните вериги е общ и се изпълнява с блок-контакта КР1:1 на автомата, който пуска предупредителната сигнализация. Блок-контактът на прекъсвача 5QF1:1 блокира схемата при изключване на първичната верига.

3.6. ИЗБИРАТЕЛНО ДИСТАНЦИОННО УПРАВЛЕНИЕ НА КОМУТАЦИОННИ АПАРАТИ

3.6.1. ОБЩИ ПОЛОЖЕНИЯ

При индивидуално дистанционно управление командните и показващите сигнали и измерителни апарати се монтират на командните табла и пултове. Командните ключове и лачните показатели се вграждат в принципните електрически схеми.

Уровън на монтажните органи и големите електрически центри в подстанции изпрежвено нарастват и достигат 40 - 50 (3.13). За тяхното индивидуално управление са необходими над 25 - 50 помета на командните табла и пултове, чиято обща дължина достига 18 - 20 м. Командните табла и пултове трябва да бъдат в зорилното поле на оператора. Затова с увеличаване на дължината им се отдалечават работното място на оператора от тях. Това го затруднява ефективно да възприема по-важните информации. Той не може да намери бързи решения, проточават се по-често и започва да допуска грешки. Следователно се влошават ергономичните условия за работа на операторите при нормални и особено при аварийни режими. В такива случаи технико-икономическото решение е преместване към избирателно дистанционно управление.

При избирателно управление командните и показващите апарати се свързват. Първите се разполагат на командния пулт, а вторите се вграждат на показващото табла. Този диференциран монтаж на техническите средства създава яснотина и значително намалява не командните зони. Чрез конструктивни и схемни разработки се постига избирателно командване на всички еднозначни монтажни органи само от една точка схемата. За управление на една РУ на

командния пулт се монтират само електрическите схеми на различните видове монтажни единици, които обикновено не превишават пет броя.

Показващото табла се изпълнява стено. На него се побира принципната схема на РУ. Липсата на командни апарати позволява почти четири пъти повече монтажни единици да се съберат на едно поле.

Избирателното дистанционно управление има следните съществени предимства: 1) Висока прегледност и ергономични условия за работа на операторите, обусловени от сравнително малките размери на командния пулт и на показващото табла; 2) голяма надеждност, тъй като всяка операция с даден комутационен апарат се извършва с две ръчни манипулации на оператора (вж. т. 2.2.1); 3) обширни оперативни блокировки, които не позволяват едновременно избор на повече от една монтажна единица и на един апарат; 4) значително намаление на командната зала при големи електрически центри и подстанции, което се определя от малогабаритните командни пултове и показващи табла; 5) просто обслужване от операторите, които извършват действия само върху командния пулт.

Избирателното управление е косвено и се класифицира:

- 1) по стойността на оперативното напрежение бива силнотоково и слаботоково;
- 2) в зависимост от структурата на схемите се разделя на едностепенно, двустепенно и тристепенно;
- 3) според избирателните органи се реализира с бутони, с клавиши и с номериизбирачи.

Силнотоковото избирателно управление се осъществява с напрежение 220 V, а слаботоковото - с две напрежения: 60 V за избор и командване; 220 V за електрическо задвижване.

Пониженото напрежение 60 V позволява да се използват малогабаритни вторични съоръжения и слаботокови телефонни кабели. Това води до значително намаление на капиталните вложения за управление на електрическите центри и подстанции. За унификация и поради сравнително голямата мощност електрическите задвижвания на комутационните апарати се произвеждат изключително за номинално напрежение 220 V.

При тристепенно управление се избират три звена (РУ, монтажните единици и комутационните апарати), при двустепенно - два звена (монтажните единици и комутационните апарати) и при едностепенно - само едно звено (комутационните апарати или мон-

тажните единици).

В СССР се прилагат трите варианта на изобретателни органи, а в ГДР и у нас - само изобретателните бутони. Практически изборът с бутони и клавиши е индивидуален, тъй като всеки бутон или клавиш отговаря на един обект за управление. При номеризирачите на всеки обект се присвоява двузначен номер от 00 до 99. Изборът на обект се осъществява чрез натискане на два клавиша, които съответствуват на номера на обекта.

Номеризирачите позволяват да се получи по-голяма икономия на място в командните зали. Те притежават следните съществени недостатъци спрямо индивидуалния избор: а) по-малка оперативност, тъй като операторът трябва да знае номера на всеки обект и може да го избира чрез натискане на два клавиша; б) по-ниска надеждност на действие, обусловена от създаването на общи вериги между управляваните обекти.

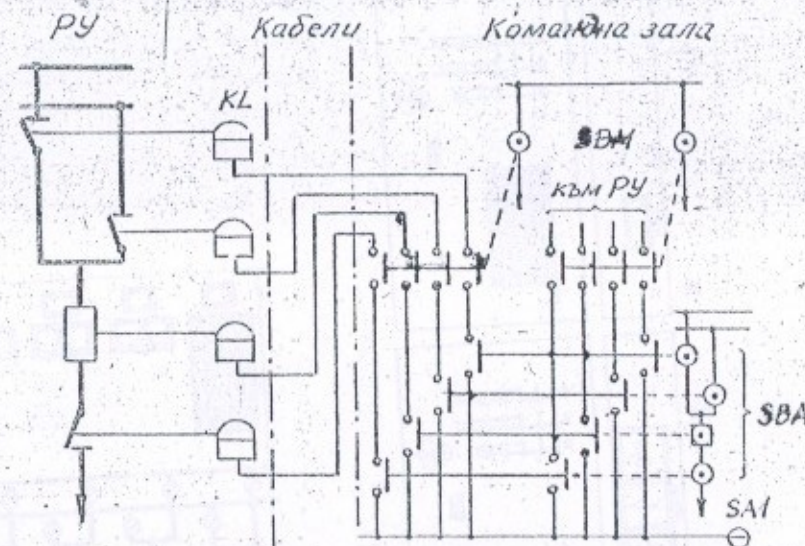
По изтъкнатите съображения номеризирачите намират ограничено приложение в системите за управление на електрически централи и подстанции.

3.6.2. ДВУСТЕПЕНО СЛАБОТОКОВО ИЗБИРАТЕЛНО УПРАВЛЕНИЕ С БУТОНИ

Двустепенното слаботокково изобретателно управление с бутони се доставя у нас от ГДР, а напоследък се произвежда от НИТИ "Енергопроект" - София. То е въведено в редица наши големи електрически централи и подстанции.

На фиг. 3-9 е изобразена структурната схема на двустепенно слаботокково изобретателно командване с бутони. Тя действува по следния начин. Първоначално с бутон *SA1* се избира монтажната единица. След това с бутони *SBA*, встроени в типовата принципа схема, се избира комутационният апарат. Подаването на оперативна команда на избрания апарат от избраната монтажна единица става с командния ключ *SA1*. Вторичните вериги за избор и командване се захранват с постоянно напрежение 60 V, а за задвижване - с 220 V. Връзката между двете постоянни напрежения се реализира чрез помощни релета *KL*.

На фиг. 3-10 е посочена примерната фасада на команден пулт с три полета, който е предназначен за управление на два РУ с различни първични схеми: *I* и *II* - два еднакви комплекта за



фиг. 3-9

надеждност в управлението; *III* и *IV* - части за избор на монтажни единици, които са разположени между комплекти *I* и *II*; *V* - типови принципа схеми на монтажни единици; *VI* - бутони за избор на електрически апарати; *VII* - бутон за избор на комплект; *VIII* - бутон за спиране на звуковия сигнал; *IX* - бутон за приключване (анулиране) на избора; *X* - сигнал за синхронизация; *XI* - команден ключ без фиксирани положения; *XII* - бутони за избор на монтажна единица; *XIII* - наименования на монтажните единици.

Бутоните за избор на комплект, на монтажна единица и на апарат са с механично самозадържане и имат встроени сигнални лампи. Над типовите схеми на монтажните единици има светещи касетки.

На фиг. 3-11 е дадено едно поле от примерната фасада на показващо табло. На него е изобразена принципната първична схема на РУ, като на местата на комутационните апарати са вградени светещи магнитни показатели. На таблото са поместени показващите измерителни апарати и светещите касетки за наименованията на монтажните единици.

Функционалното действие на изобретателното управление ще се проследи при избора на първи комплект, първа монтажна единица и първи апарат.

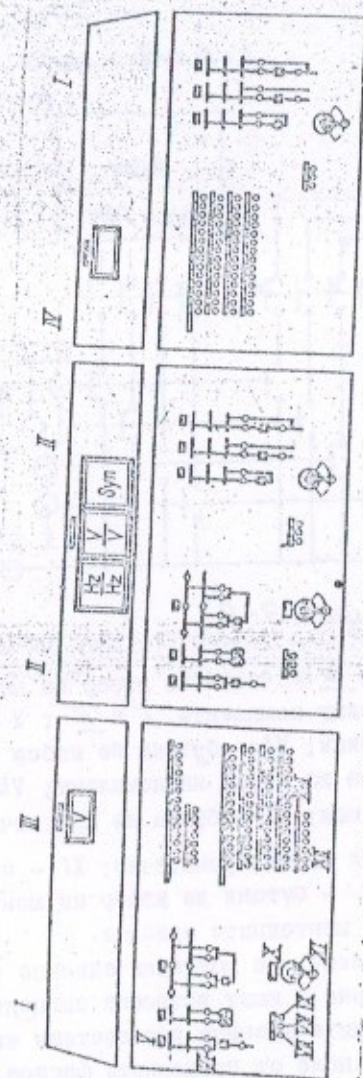


Fig. 3-10

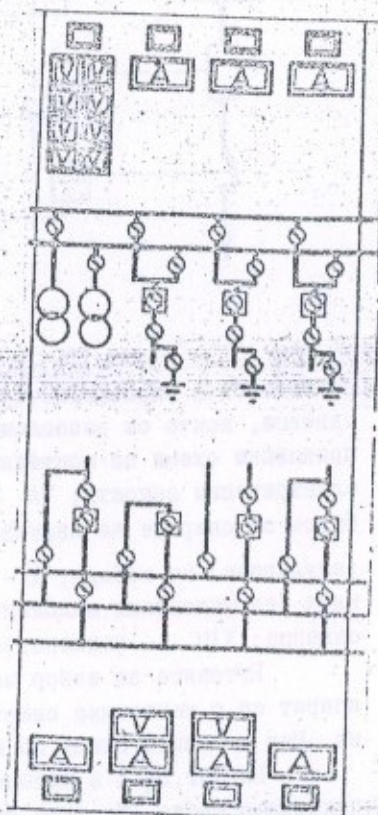


Fig. 3-11

1. Избор на комплект. Той се извършва с натискане на бутона VII, който включва встроена в него сигнална лампа и подава напрежение на шинката за избор на монтажната единица.

2. Избор на монтажната единица. Същият може да се извърши само при предварително избран комплект. С натискане на бутона XII се избира първа монтажната единица и се извършва следното: а) включват се сигналните лампи за избора, които са вградени в бутонна, в светещата касетка на показващото табло и в светещата касетка над съответната типова схема на монтажната единица върху пулта; б) захранва се шинката за избор на апарат.

3. Избор на апарат. Той може да се реализира само когато преди това е избрана монтажната единица. При натискане на бутона за избор на първи апарат VI от съответната типова принципна схема се постига: а) включване на вградените лампи в бутонна и в магнитния показател на първи апарат от първа монтажната единица върху показващото табло; б) подготовка на общите командни вериги.

4. Подаване на ръчна дистанционна команда за включване (изключване). Оперативните дистанционни команди могат да се прилагат само при предварително избран комутационен апарат. При завъртане на ръкохватката на ключа XI се подава команда само на включващия (изключващия) електромагнит на първи апарат от първа монтажната единица.

5. Приключване на избиращелното дистанционно управление. То се извършва чрез натискане на бутон IX, с което схемата се връща в нормално състояние.

Биедрането на избиращелното дистанционно управление в големите РУ има съществено технико-икономически ефект за цялото народно стопанство, тъй като спомага да се повиши надеждната работа на мощните електрически централи и подстанции.]

Глава четвърта

ИЗПЪЛНЕНИЕ НА ВТОРИЧНИТЕ СХЕМИ

4.1. КОМАНДНИ ЗАЛИ

4.1.1. ТЕХНИЧЕСКА ЕСТЕТИКА НА КОМАНДНИ ЗАЛИ

Човекът-оператор играе водеща роля при всички системи за управление на електрическите централи и подстанции. Той е звено в системата "обект - човек - среда" и се намира в командните зали. Неговата качествена и ефективна работа зависи както от технологичните особености и технико-икономическите характеристики на обектите, така и от ергономичните и естетични показатели на командните зали. Това обуславя необходимостта да се отдели все по-голямо внимание на техническата естетика на командните зали.

Основните на техническата естетика на електрическите централи и подстанции са изложени в (Л.21,23,26). Тук ще се покажат само общите изисквания на техническата естетика към командните зали, които се разделят на ергономични и естетични.

Ергономичните изисквания осигуряват удобство на операторите в командните зали, които трябва да отговорят на определен хигиенни, антропологични, физиологични, психофизиологични и психологични характеристики на човека.

Хигиенните изисквания се определят от санитарно-хигиенни норми и гарантират оптимални (комфортни или извънредно комфортни) условия на околната среда в командните зали, при които човекът може да развива нормална жизнена дейност (Л.21).

Командните зали се поместват в самостоятелни изолирани помещения за предпазване от шума и от пряко попадане на слънчевите лъчи върху фасадите на таблата и пултовете. Те се съоръжават с подходящи кондиционни и осветителни уреди. Най-сполучливото изкуствено осветление се получава при напълно светещ таван от матово стъкло, над който се монтират люминисцентните лампи.

Антропологичните изисквания поставят в съответствие техническите параметри на командните зали с анатомичните характеристики на човека (размери, тегло и форма на тялото и на частите му).

Работното място на оператора трябва да бъде удобно. Границите на работните зони е необходимо да отговарят на човешките анатомични показатели. Движенията на оператора в работната зона следва да почиват на принципите за естественост, едновременност, симетричност, последователност и икономичност (Л.21).

Таблата в командните зали по височина се разделят на следните работни зони: а) ниска неудобна (от 0 до 50 cm); б) ниска междинна (от 50 до 100 cm); в) удобна (от 100 до 160 cm); г) висока междинна (от 160 до 180 cm); д) висока неудобна (от 180 до 220 cm). Удобната работна зона на пултовете се определя за двете ръце при седящо положение на оператора.

Командните и регулиращите апарати (ключове, бутони, прелъчители, ръчки и др.) се разполагат в удобната и междинната зона. Най-често използваните технически средства се монтират в удобната зона на таблата и в обхвата на дясната ръка за пултовете. Едновременните съоръжения се поместват на еднаква височина. При

наличие на голям брой вторични апарати (над 20-30) на едно поле, те се разделят на визуални групи, в които идентичните апарати се инсталират вертикално, а различните - хоризонтално. В този случай за чести и бързи манипулации се препоръчват диаметрите на командните бутони да бъдат 13-18 mm, а на ръчките за регулиране - 50 mm.

Командните и регулиращите съоръжения при аварийни режими трябва да се различават от останалите и да бъдат пространствено отделени. Командните апарати, чието натискане може да доведе до грешни операции с монтажни единици, следва да се изравняват с фасадите на таблата и пултовете и да се покриват с прозрачни капаци.

С физиологичните изисквания се осигурява нормално функциониране на вътрешните човешки органи, на дишането, кръвообращението и др. Например, за операторите трябва да се изберат ергономични столове, да се съобразява взаимното разположение на столовете и пултовете и др.

Психофизиологичните изисквания съчитат особеностите на човешките сетивни органи: зрение, слух, обоняние и осезание.

Таблата и пултовете в командните зали следва да се разполагат в зрительното поле на оператора. Разстоянието от оператора до таблата и мястото за монтаж на стрелковите измерителни апарати върху пултовете са определящи за размерите на апаратите (вж. т.2.1).

Психологичните изисквания обозначават съответствие на техническите параметри на обектите с психологичните човешки качества. Основно психологично условие е оптималното разпределение на функциите между човека и електронната изчислителна машина при автоматизирани системи за управление. Тук е необходимо да се отчетат следните три фактора (Л.21): а) човешките особености; б) техническите характеристики на машините; в) принципът за активната роля на оператора в командната зала. Конкретни психологични изисквания се поставят към информационните средства, посоката на действие на командните и регулиращите органи и др. Командите за включване и за увеличаване на регулиращото действие се извършват при натискане навътре, нагоре и надясно при движение по посока на часовниковата стрелка.

Управлението на съвременните сложни, мощни, мащабни и динамични електрически централи и подстанции извършва много натоварна умствено и нервно-психично операторите. Затова нервните разстройства при тях достигат до 30-45% (Л.18). Следователно за операторите на електрическите централи и подстанции са необходими професионален избор, предварителна подготовка и непрекъсната тренировка.

Обемът на информация в командната зала трябва да бъде достатъчен, за да може операторът да управлява електрическата централа или подстанцията. Изборът на вида и разположението на информацията в командните зали се извършва при задълбочен анализ на технологичните особености на електрическите централи и подстанции и на човешките възможности за възприемане. При това се проследява стремеж за получаване на минимум необходим (главна) информация, като се предвижда възможност при запяване да се подава допълнителна (второстепенна) информация (вж. т.2.4.5).

Разпределеността на техническите средства върху таблата и пултовете в командните зали се прави при пълни изследвания на действията на операторите в нормални и аварийни режими, като се отчита тяхното предназначение, честота и последователност на използване, технологични връзки и конструктивни особености.

Измерителните и сигналните апарати се монтират на редове или колони върху таблата и пултовете или се обединяват в групи

според своето функционално-технологично предназначение. Разстоянието между апаратите не трябва да бъде по-малко от 25 mm при последователно действие и 50 mm при други случаи.

Изобразяването на принципната електрическа схема на електрическата централа или подстанция върху таблата и пултовете в командните зали е необходимо условие за качествена и ефективна работа на операторите.

Естетичните изисквания към командните зали се постигат при прилагане методите на т.нар. художествено проектиране (дизайн), което се свежда до намиране на оптимални конструктивно-компановачни разработки.

Основно комплексно естетично изискване към командните зали е тяхната красота. За целта се търси подходящото оформление на външната повърхност на таблата и пултовете и правилното подбиране на цветовете, решенията в командните зали. Рационално приетите цветове на командните зали и на техните елементи спомагат за повишаване на производителността, надеждността и безопасността в електрическите централи и подстанции. Цветният климат на командните зали определя условията за работа на операторите. Затова командните зали се боядисват в студени (сиви, сини и зелени) цветове, които действуват успокояващо и спомагат за съсредоточаване на вниманието (И.21). При избора на цветовете решенията в командните зали всички съставни елементи се разделят последователно по двойки на обект и фон: стрелките, скалите и фасадите на измерителните апарати, фасадите на таблата и пултовете, стените на командната зала и т.н.

В основата на художественото проектиране на командните зали стои тяхната компоновка, която изразява обемно-пространствената структура на техните функционално-технологични елементи и се разглежда в следващата т.4.1.2.

Когато командните зали и системите за управление на електрическите централи и подстанции не отговарят на ергономичните и естетични изисквания, условията за работа на операторите са влошени и те изпадат в пасивно състояние: намаляне на вниманието, снижение на готовността за изпълнение на функционалната дейност, нарастване на апатията, съпливост, нелогично мислене, бавни действия и др.

4.1.2. КОМПАНОВКИ НА КОМАНДНИ ЗАЛИ

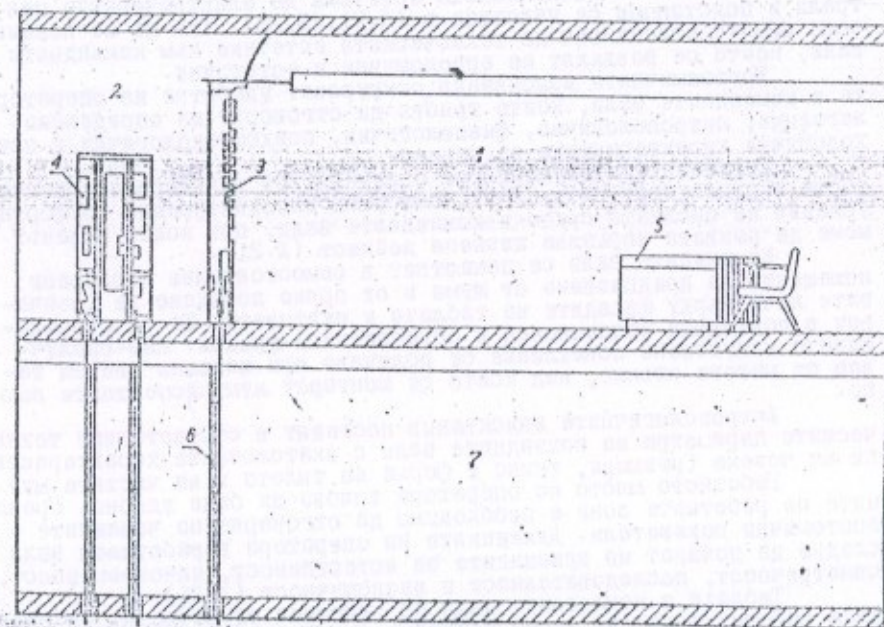
Компановките на командните зали се избират с оглед да се постигне максимална прегледност и удобства за операторите в съответствие с изискванията (ергономични и естетични) на техническата естетика. Броят и видът на командните зали в електрическите централи и подстанции се определя според организационно-техническата структура (вж. т.1.1.3). Командните зали се помещават в центъра или близо до управляваните енергийни уредби и съоръжения. Под тях се предвиждат необходимите кабелни полукетажи за осъществяване на съединителните връзки с РУ чрез контролни кабели.

При компоновки командните зали се разделят пространствено (обемно) на две области (части): 1) работна (оперативна), в която

е работното място на оператора и са разположени основните технически средства за неговата функционална дейност; 2) спомагателна (неоперативна), където се монтират второстепенните и автоматичните вторични съоръжения.

В работната област се помещава оперативният контур, който се изпълнява чрез пулове и табла (рядко само с пулове или с табла). Той заема централната част на командната зала и определя нейната компоновка. В спомагателната област се монтира неоперативният контур, който се реализира чрез табла.

На фиг.4-1 е показан напречният разрез на командна зала: 1 - работна област; 2 - спомагателна област; 3 - оперативен контур; 4 - неоперативен контур; 5 - бюро на оператора; 6 - носещи конструкции за контролни кабели; 7 - кабелен полукетаж.



Фиг. 4-1

По своята същност компоновките на командните зали се съвпадат до решаване на следните проблеми: а) конструкция на таблата и пултовете; б) взаимно разположение на оперативни и неоперативни контур; в) геометрия на оперативния контур.

Традиционно техническите средства в командните зали се монтират върху табла и пултове, чиято конструкция се приема при отчитане на следните фактори: а) особености на техническите средства; б) възможности за монтаж, преглед и ремонт; в) условия за оперативни действия.

Подобряването на техническите средства върху пултовете и таблата се извършва при отчитане на вероятността операторът с един поглед да възприема най-важните експлоатационни величини и техните изменения. За целта се прилага принципът за логичната последователност на технологичния процес. При съблюдаване на типа и функционалното предназначение на вторичните апарати те се монтират по следния начин: основните — в централната част на пултовете и таблата, а второстепенните — по тяхната периферия.

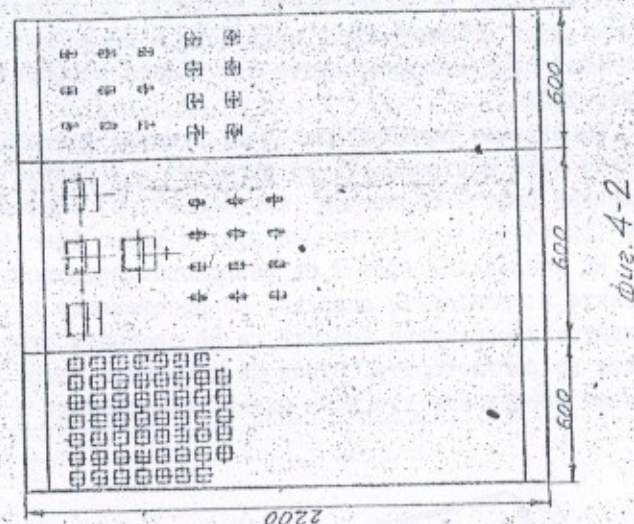
Основен съставен елемент за всички табла и пултове е полето, което има стандартизирани размери. То се изработва като комплектно устройство предимно по индустриални методи в заводски условия.

Таблата в класическите командни зали могат да се класифицират както следва: а) според предназначението: командни, сигнални, релейни, електромерни и за собствени нужди; б) в зависимост от конструктивния тип: свободно стоящи и прислонени.

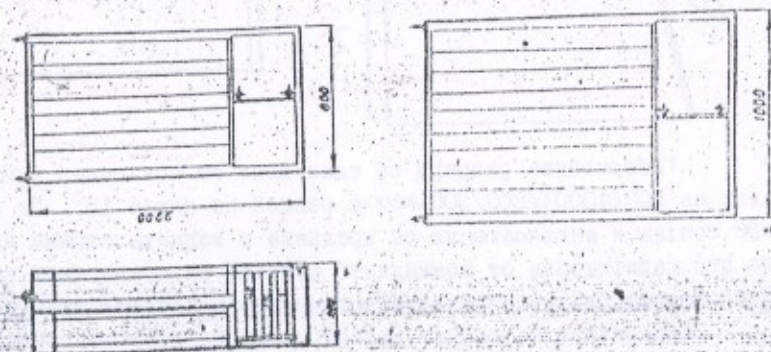
Командните табла (фиг. 4-2) са основни в командните зали. Те се произвеждат свободно стоящи в два варианта: ТКС-600 и ТКС-800, които имат габаритни размери 600(800)/2200/600 mm. На тяхната фасада отгоре надолу се монтират наименованията на монтажните единици и показвателите измерителни апарати. По-надолу се помещават командните и сигналните апарати, които се вграждат в принципната първична схема на електрическата централа или подстанция. Обикновено вторичните съоръжения на всяка монтажна единица се разполагат по вертикална линия. На задната страна на таблата се инсталират най-високо различните видове шини, автоматите (предпазителите), съединителните връзки, клеморедите и сухите разделки на контролните кабели.

На сигналните табла се побираат всички общи устройства за звукова и светлинна сигнализация. Това са само няколко полета с размерите и типа на командите, които обикновено се монтират в

единия край на командното табло.



Релейните табла (фиг. 4-3) се изработват свободно стоящи но предимно прислонени, скарпов тип, с размери 800(1000)/2200/400 mm и биват отворени и затворени. Те се съоръжават с вертикални лайсни, върху които се монтират релейните и автоматичните устройства. Релейната защита на всяка монтажна единица се разполага вертикално.

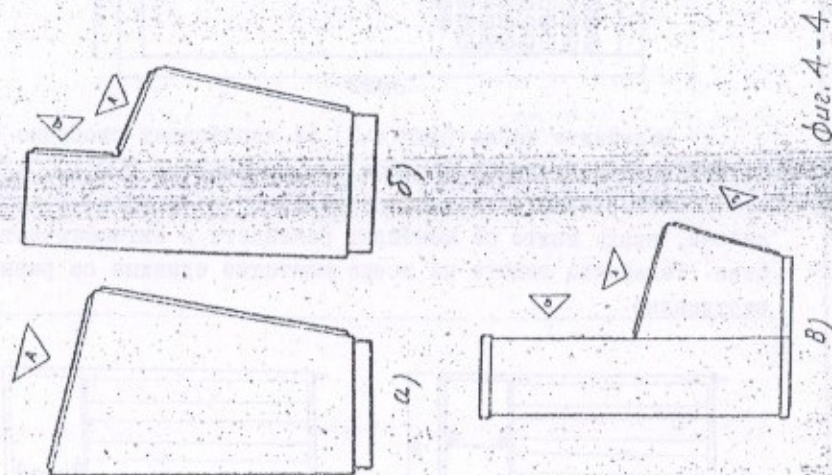


На електромерните табла се помещават вертикално електромерите на монтажните единици. Тези табла имат размерите и конструкцията на релейните и често се обединяват с тях.

Таблата за собствени нужди се използват за инсталиране на принципната схема и техническите средства за управление на собствените нужди за постоянно, изправено и променливо напрежение. Те съдържат само няколко полета със същата конструкция както командните табла.

Командните пултове (фиг. 4-4) намират приложение главно в електрическите централи. Те се изготвят в следните модификации: а) команден пулт - обикновен (фиг. 4-4, а); б) команден пулт с приставка (фиг. 4-4, б); в) команден пулт с табло (фиг. 4-4, в).

На наклонения плот А се разполагат принципните схеми и командните и сигналните апарати, на приставката и таблото В - показващите измерителни апарати, а на предната страна С - ръкохватките на регулаторите. Отзад на таблото и вътре в пулта се помещават различните вторични шинки, клемниците и др.



Фиг. 4-4

Табелитните размери на едно поле от обикновен команден пулт са 600(1000)/800/600 mm с наклон на плота 15°. За удобство при монтаж и експлоатация от предната и задната страна на първите две модификации от командните пултове се предвиждат врати.

Наклоненият плот се изпълнява стационарен или подвижен. Принципно се срещат два варианта за взаимно разположение на пултовете и таблата от оперативния контур спрямо оператора: а) едностранно (пред оператора) в ред "табло - пулт - оператор"; б) двустранно (пред и зад оператора) в ред "пулт - оператор - табло".

Изборът на вариант се определя от типа на вторичните

съоръжения и от конструкцията на пулта. В електрическите централи и подстанции преобладава едностранното разположение. При изостарените технически средства се предпочитва двустранното подреждане.

За пултовете и таблата от оперативния контур се прилагат следната геометрия: а) линейна; б) кътова; в) елипсоидна; г) Г-образна; д) П-образна.

Таблата от неоперативния контур според възможността на оператора да ги наблюдава се разделят на: а) видими, поместени в страни или зад оператора; б) невидими, инсталирани зад оперативния контур или в самостоятелни помещения.

1. Блокът командни зали. Те се разполагат териториално по следните три варианта (И.16, 21, 23): а) в диспетчерската етажерка на главния корпус; б) в пристройка към свободната надлъжна стена на машинната зала; в) към страната на реакторната зала при АЕЦ.

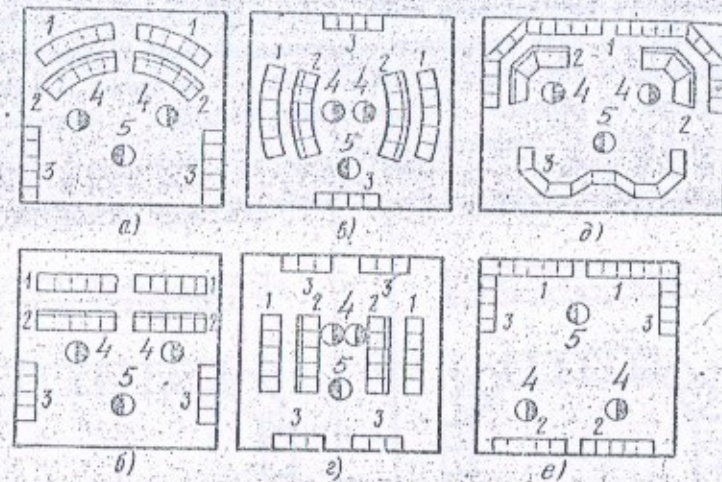
Първият вариант се характеризира със сравнително по-малко кабелни връзки (с 15-20%) и рационално запълване на диспетчерската етажерка. Затова той се прилага широко в ТКЕП и АЕЦ. Неговите недостатъци се свеждат до необходимост от изкуствено осветление, вентилация и изолация срещу шум и вибрации.

На фиг. 4-5 се посочени шест модификации за компоновки на блокови командни зали за два блока: а - нормална дължина; б - нормална линейна; в - противоположна дължина; г - противоположна линейна; д - нормална двойно Г-образна; е) двустранна линейна; 1 - оперативни табла; 2 - пултове; 3 - неоперативни табла; 4 - оператор; 5 - старши оператор.

Първите пет модификации (а-д) са едностранни. Последните две компоновки се употребяват в чужбина. Съществен недостатък на нормалните компоновки е близкото разположение на оперативните пултове и табла, което позволява да се отдели вниманието на единия оператор при авария на другия блок. При противоположните разположения е избегната тази слабост.

При нормалните компоновки обикновено се възприема последователно-агрегатното подреждане на енергийните съоръжения (парогенератор - турбина - генератор) върху оперативния контур на всеки блок. За противоположните модификации се предпочитва огледалното разположение на съоръженията, което отговаря на принципа за яснота.

На фиг. 4-6 е изобразена компоновката на блокови командни зали за два енергийни блока с мощност по 500 MW в ТКЕП: 1 -



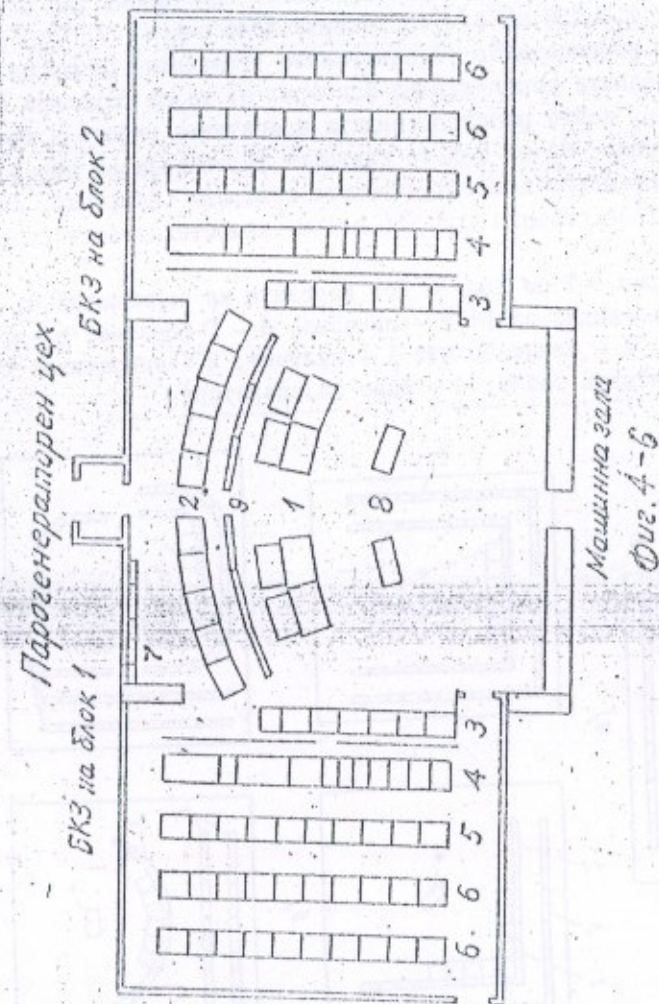
Фиг. 4-5

пултове; 2 - оперативни табла; 3 - неоперативни табла; 4 - информационна изчислителна машина; 5 - табла за електронни регулатори; 6 - табла за релейни и автоматични устройства; 7 - устройства за свързка; 8 - бюра на операторите; 9 - принципна схема.

Централната част на командната зала има подходящи осветлителна и кондиционна уредба. Оперативният контур на двата блока има едностранна нормална дъгова компоновка. Под командната зала се предвижда кабелен полуетаж.

Компоновките на блокови командни зали в АЕИ се изпълняват аналогично на тези в ТКЕИ със следните особености: а) обемът на технологична информация при АЕИ е 2-3 пъти по-голям отколкото при ТКЕИ (вж. табл. 1-1 и т. 1.1.1), тъй като съоръженията на радиоактивния контур не могат да се наблюдават; б) за оперативния контур на всеки реакторен блок се приема последователно-връзочно подреждане на енергийните съоръжения: реактор - турбина - генератор.

Оперативният контур на блоковите командни зали заема 10-15% от общото количество на таблата и пултовете за управление. Общата площ на блоковите командни зали за два блока с мощност 200, 300, 500 и 800 MW в ТКЕИ достига съответно 240, 450, 650 и 720 m^2 (Л. 1, 16), а на един реакторен блок тип ВВЕР 440 и 1000 MW - 400 и 500 m^2 (Л. 16, 31). Тя се съсредоточава в едно или няколко помещения, които се разполагат на един или на повече етажа.

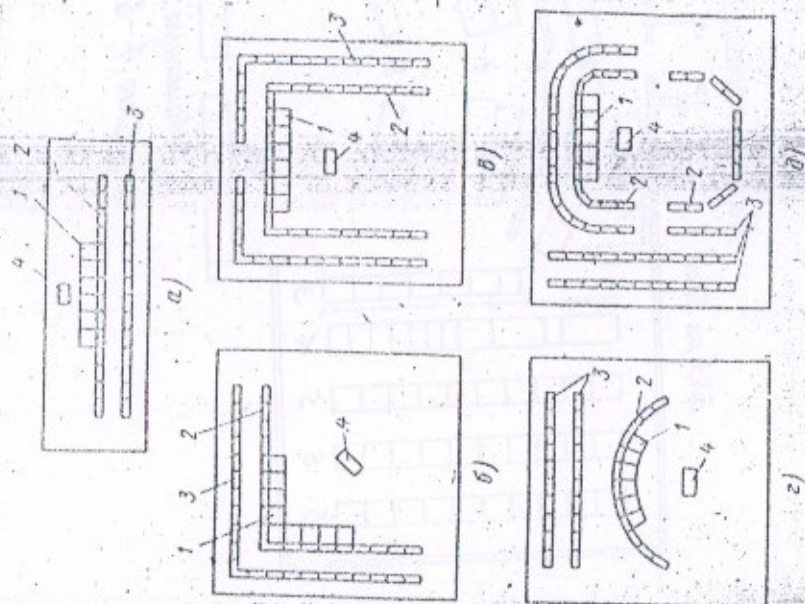


2. Централни (главни) командни зали. Те служат за управление предимно на електрическите уреди и съоръжения в електрическите центрели и подстанции. Затова същите се разполагат териториално в близост до тях (Л. 16, 21, 23): 1) при ТКЕИ и АЕИ - обикновено между откритите РУ за повишени напрежения 110-750 kV и по-рядко в пристройки към главния корпус (до свободната напълна страна на машинна зала или към постоянната стена); 2) в ТКЕИ - към сградата на генераторните РУ 6 и 10 kV; 3) по ЕИИ - традиционно в силната сграда близо до машинната зала и постоянната стена.

в служебния корпус или в закритата РУ; 4) при електрическите подстанции - в административната сграда, която се обединява със закритата РУ 6-20 кV из разпределителните подстанции или между закритите РУ 110-750 кV при системните подстанции.

При компоновките на централите (главните) командни зали се отчитат следните конструкторски фактори: а) те се съдържат на достъпния нивелер, който ръководи цялата оперативна работа в електрическите централи; б) от тях се извършва управление на всички технологични съоръжения в електрическите централи (например, циркуляционна помпена станция при ТЕЦ и АЕЦ, хидротехнически съоръжения при ВЕЦ).

На фиг. 6-7 са дадени пет варианта на компоновки на централни (главни) командни зали: а - линейна; б - Г-образна; в - П-образна; г - дъгова; д - дъгообразна; 1 - пултове; 2 - оперативни табла; 3 - неоперативни табла; 4 - бюро на оператора.

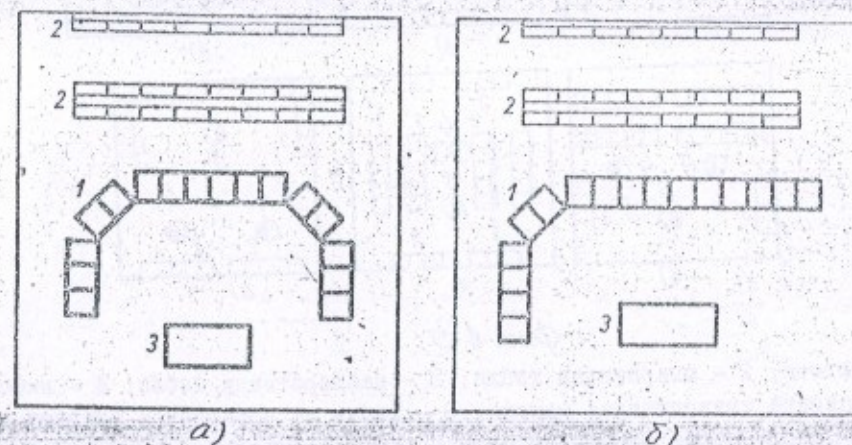


Фиг. 4-7

Първите три компоновки се употребяват при средни електрически уредби, а последните две - при големи и мощни електрически централи и подстанции.

При малки електрически централи и подстанции често опера-

тивният контур се изпълнява само с табла или пултове. На фиг. 4-8 са посочени два вида компоновки на командни зали в разпределителни електрически подстанции 110/6-20 кV: а - нагупена П-образна; б - нагупена (Г-образна); 1 - оперативни табла; 2 - неоперативни табла; 3 - бюро на оператора.



Фиг. 4-8

4.2. МОНТАЖНИ СХЕМИ

196

4.2.1. ОСНОВНИ ПРИНЦИПИ ЗА СЪСТАВЯНЕ

Монтажните схеми са последен етап в съставянето на вторичните схеми. Те представляват работни чертежи, по които пряко се извършва монтажът на системите за управление. През време на техническата експлоатация същите се явяват основни документи, които се използват при преглед, изпитване, ремонт, разширение, реконструкция и модернизация на вторичните схеми.

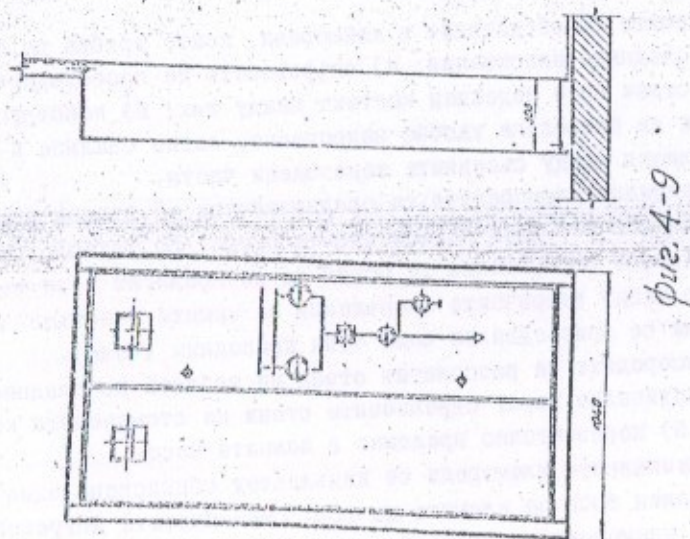
Вторичните съоръжения се разполагат в РУ на електрическите централи и подстанции според избраните конструктивно-компоновочни решения (Л-15, 16, 20, 21, 23, 26, 33, 35). Електрическите задвижващи и сигналните устройства се монтират към комутационните електрически апарати (прекъсвачи и разединители). Вторичните намотки на измервателните трансформатори са техни съставни части. Останали-

те технически средства се инсталират в РУ както следва:

1) при класически открити уредби 110-750 kV - в закрити шкафови, които влизат в комплектната доставка на комутационните електрически апарати (шкафови за управление на прекъсвачи, електродвигателни и пневматични задвижвания на разединители и др.) или се поръчват отделно (клемни шкафови, шкафови за управление на разединители и др.);

2) при класически закрити уредби 6-20 kV - в предпоставени командни шкафови (фиг. 4-9), които имат стандартизирани гарантни размери 1040/1975/300 mm;

3) при комплектни РУ 6-20 kV-на вратите и в секторите за вторични съоръжения, а за 110-750 kV - в командни шкафови.



фиг. 4-9

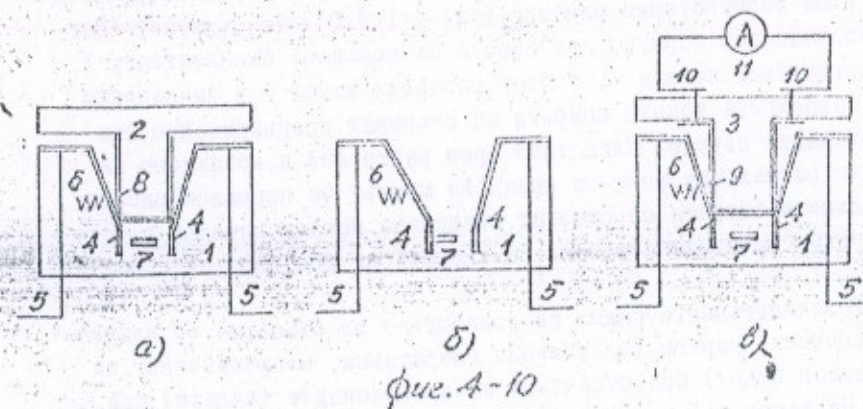
Разпределението на техническите средства върху пултовете и табелите в командните зали се прави мащабно на чертежи, които се наричат фесами на пултове и табла.

Принципната електрическа схема на електрическата централа или подстанция върху пултовете и табелите се изпълнява еднолинейно с пластмасови ленти (ленти). Тя съдържа само част от първичните електрически съоръжения (синхронни генератори и компенсатори, силови трансформатори и автотрансформатори, шини и линейни реактори, прекъсвачи и разединители, събирателни и обходни шинни сис-

теми, вентилни отводи и измерителни трансформатори към събирателните шини, трансформатори и реактори за собствени нужди и др.), които се изобразяват чрез стандартни графични означения (вж. т. 1.2.2). На всяко поле от таблото или пулта се помещава тази част от електрическата схема, която се управлява от същото поле. Командните ключове и магнитните показатели ^{се} вграждат в принципната схема на местата за съответните прекъсвачи и разединители. Електрическите схеми на отделните РУ (номинални напрежения) се реализират с различни цветове на пластмасата.

Съединителните контактни връзки на вторичните тоководещи вериги се изпълняват с помощта на изпитвателни блокове и клемни от клемореди.

Физически изпитвателните блокове представляват цепселни прекъсвачи на 4 или 6 вериги (вж. т. 1.4.3). Всеки изпитвателен блок (фиг. 4-10) се състои от корпус 1, работен 2 и изпитвателен 3 капаци (цепсели), които са от пластмаса. В корпуса са поместени четири (шест) двойки главни контакти 4 с принадлежащите им изводи 5, пружини 6 и съединителна пластина 7. Към единия ред изводи се свързват захранващите токове, напрежителни и оперативни вериги, а към другия - измерителните, релейните и автоматичните апарати. Работният капак има четири (шест) контактни пластини 8 за създаване на електрическа връзка между съответните двойки главни контакти. Изпитвателният капак съдържа четири (шест) двойки контактни пластини 9 със съответните им изводи 10 за включване на изпитвателни апарати 11.



фиг. 4-10

Изпитвателният блок има следните три положения:

- 1) работно (фиг. 4-10, а) (при достатъчен работен капак), когато се включват двубитните главни контакти за нормална експлоатация;
- 2) машинно (фиг. 4-10, б) (без капака), при което двубитните главни контакти са изключени, но под действието на пружините левите главни контакти на токовите вериги се свързват на късо чрез съединителната пластина;
- 3) контролно (фиг. 4-10, в) (при намистен контролен капак с предварително монтирани изпитвателни апарати към изводите), когато се свързват съответните главни контакти с контактните пластина и изпитвателните апарати се включват в схемата.

По своето предназначение клемите имат следните четири вида (Л.11): проходни (нормални), мостови (съединителни), изключителни (изпитвателни) и разединителни.

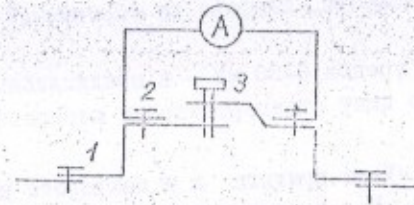
Проходните клемни служат за свързване на два тоководещи проводника (жила). Те се състоят от пластмасов корпус, контактен възел и закрепваща част. В корпуса има канал за маркировъчна боя. Контактният възел съдържа метална съединителна пластина и два външни контакта, към които се прикачват проходните проводници. Закрепващата част обхваща скоба и пружина за монтиране на клемата към рейката на клеморед.

Мостовите клемни са предназначени за присъединяване на отклонения чрез обединяване на три и повече съседни вериги в една точка. За целта се създават напречни електрически връзки през корпусите на близките клемни. Мостовите клемни имат аналогична конструкция на проходните клемни.

Изпитвателните клемни се употребяват, когато във вторичните вериги няма изпитвателни блокове (вж. т.1.4.3). Те съдържат (фиг. 4-11) изолиран корпус, два извода за нормална експлоатация 1, два изпитвателни извода 2, болтов разделен възел 3 и закрепваща част. Контролните токови апарати се свързват предварително към изпитвателните изводи. След това чрез развинване и изваждане на болта към разделения възел се променя изходът за нормална работа и контролните апарати се свързват съединени последователно в токовите вериги. За възстановяване на схемата се поставя по обратния начин.

Разединителните клемни се използват за отваряне на изключени електрически вериги (защитни оперативни, напрелителни, за сигнализация и др.) без откъсване на проводниците (жилата) при търсене на земни съединения и за удобства при експлоатацията. Те

се състоят (фиг. 4-12) от изолиран корпус, два извода за нормална работа 1, разделен възел 2 и закрепваща част. За отваряне на веригата се развинва болтът и разделяният възел се привежда до крайно дясно положение (посочено на фиг. 4-12). Затварянето на веригата става в противоположен ред.



фиг. 4-11



фиг. 4-12

Клемите се обединяват в клемореди, които трябва да отговарят на следните изисквания: а) свързването на проводниците (жилата) да става чрез надежден контакт между тях; б) конструкцията на клемите да позволява удобно закрепване, лесно сваляне и достъпна изолация между съседните тоководещи части.

Принципно клеморедите са предназначени за външна връзка между отделните участъци на монтажните схеми. По технологични и експлоатационни съображения те могат да се прилагат и за вътрешни свързвания между вторичните съоръжения на самите участъци. Към всяка клемна се присъединява само един проводник (жила).

Клеморедите се разполагат отзад на таблата по следния начин: а) вертикално върху страничните стени на стоманената конструкция; б) хоризонтално предимно в долната част.

Вертикалните клемореди се изпълняват обикновено едноредови и с максимален брой на клемите до 165. Стененчатите дупрехови вертикални клемореди се конускат при дълбочина на таблата и бутоните над 800 mm. Когато се използва само един вертикален клеморед, той се поставя ляво за удобства при монтажа и експлоатацията.

Хоризонталните клемореди имат едноредови и стененчати многоредови. При широчина на таблото 600 mm върху един хоризонтален клеморед се инсталират до 43 клемни, а при 800 mm - до 62 клемни.

Минималната височина на долния край на клеморедовете е 400 mm, а разстоянието между съседни успоредни клемореди - най-малко 150 mm.

В шкафовите клеморедите се поставят на пратите и върху

откривателите и задните стени, когато има свободно място. На пултовете клеморедите се разполагат вертикално вътрешно и отвън.

Монтажните схеми на таблата, пултовете и шкафовете се изпълняват от заводите-производители.

Вторичните вериги за постоянно, изправено и променливо напрежение 220 V се реализират чрез изолирани проводници и контролни кабели с медни жила с винилтова изолация и с минимално сечение $1,5 \text{ mm}^2$, а за постоянно напрежение 60 V - с телефонни кабели със сечение $0,5 \text{ mm}^2$ (Л-19). Изборът на сечението на проводниците и контролните кабели за различните вторични вериги става по следния начин (Л-11, 24, 26, 30):

1. За токови вериги - с оглед да се осигури работата на токовите трансформатори в необходимия клас на точност: 0,5 - при включени търговски електромери; 1 - за свързване на стрелкови измерителни апарати и технически електромери; 3(10) - за скъчване на релейни и автоматични устройства.

Когато сечението на съединителните проводници (жила) е по-голямо от 10 mm^2 , за намаляването му се прилагат следните мероприятия (Л-11): а) последователно и паралелно свързване на две вторични намотки на токов трансформатор; б) изменение на схемата за свързване (например, от непълна звезда в пълна); в) разделяне на вторичния товар към две и повече токови намотки; г) избор на токов трансформатор с по-голям допустим вторичен товар; д) приложение на измерителни преобразователи с унифициран изходен сигнал (вж. т. 2.1.1).

2. За напрежителните вериги - по допустима загуба на напрежение, която се нормира на: 0,5% за захранване на търговски електромери; 1,5% при останалите измерителни апарати; 3% за релейни и автоматични устройства.

3. За оперативните вериги - по допустима загуба на напрежение, която е 10%. Практически сечението на проводниците (жила) по командните вериги (без електромагнитното включване на прекъсвачите) може да се приеме $2,5 \text{ mm}^2$, а за сигналните и блокиращите вериги - $1,5 \text{ mm}^2$.

Вторичните тоководещи вериги в електрическите централи и подстанции се изпълняват както следва: а) в класическите закрити РУ 6-20 kV връзките между електрическите апарати и командните шкафи (клеморедите) се осъществяват чрез съединителни проводници и контролни кабели, които се закрепват към носещите стоманобетонни и стоманени конструкции със скоби; б) в класическите

открити и в елегазовите комплектни РУ 110-750 kV за присъединенията между апаратите и командните шкафи се използват контролните кабели, които се полагат в кабелни канали и тунели и по носещи строителни конструкции; в) в комплектите РУ 6-20 kV и на таблата, пултовете и шкафовете за управление всички скъчвания се извършват чрез проводници с винилтова изолация.

Монтирането на изолираните проводници върху таблата, пултовете и шкафовете става по следните три начина (Л-4, 25): а) плосък монтаж, при който проводниците се нареждат един до друг в разстояние на таблата, пултовете и шкафовете и се закрепват чрез метални скоби с изолационни подложки от електрокартон; б) пакетен монтаж, когато проводниците се разполагат един до друг в пакет перпендикулярно на равнината на таблата, пултовете и шкафовете и се придържат чрез метални конзоли и скоби с изолационна подложка; в) канален монтаж, където проводниците се инсталират по вътрешната страна на перфорирани скари с монтирани клими.

Първият начин има голяма прегледност при малък брой на проводниците. При сложни схеми пресичанията на проводниците са неизбежни, което намалява яснотата и претрупва таблата и пултовете. Частично решение на проблема се постига чрез прилагане на двуслоен (двупластов) плосък монтаж, който трудно се изпълнява и има намалена надеждност.

Вторият начин позволява да се отстранят пресичанията на проводниците и да се индустриализира изготвянето на пакетите. Освен това при пакетния монтаж не се ограничават броят на проводниците, които се инсталират на таблата и пултовете.

При третия начин скарите се помещават на страничните стени на таблата и пултовете. Вътрешната страна на скарите служи за изтегляне на съединителните проводници между клеморедите и вторичните апарати. Каналният монтаж дава възможност да се избегнат пресичанията на проводниците. Той обаче няма никаква нагледност.

Вторичните вериги се защитават срещу къси съединения и претоварване чрез: 1) светските маломощни автоматични прекъсвачи (автомати) тип АП50 за номинален ток на електромагнитната защита 1,6 - 63 A; 2) светските предпазители тип ПНН за номинален ток на вложката 6-60 A и тип ПН2 за ток 50-150 A; 3) българските вложки предпазители тип ПЭС за номинален ток на вложката 2-60 A (преди с полските автоматични предпазители тип ВА за ток 4-15 A).

Автоматичните прекъсвачи (автоматите) се употребяват за защита на оперативните и напрежителните вериги. Те са

Съществуват и при изпитване могат да подават предупредителен сигнал чрез своите блок-контакти. Същите се избират по следните условия (Л.11):

1) номиналното напрежение на прекъсвача трябва да бъде не по-голямо или равно на изчислителното (работното) напрежение на мрежата;

2) номиналният ток на електромагнитната защита не бива да е по-малък от изчислителния продължителен ток на веригата;

3) токът на заработване на електромагнитната защита от пълен съединения следва да не надвишава 150% от най-големия ток за кратковременно претоварване на мрежата при експлоатационни условия;

4) токът на заработване на топлинната защита от претоварване се приема равен на 125% от изчислителния продължителен ток за оперативните вериги и 160% от съответния ток за напрежителните вериги;

5) номиналният изключателен ток на прекъсвача се избира по-голям или равен на изчислителния ток на късо съединение в мрежата;

6) коефициентът на чувствителност на електромагнитната защита (представлява отношението на най-малкия ток на късо съединение към тока на заработване на защитата) се приема 1,3 при постоянно напрежение и 3,5 при променливо напрежение.

Предпазителят за защита на вторичните вериги трябва да отговаря на следните условия (Л.11):

1) номиналното напрежение на предпазителя да бъде не по-малко от работното напрежение на мрежата;

2) номиналният ток на вложката се приема 120% от изчислителния продължителен ток на веригата;

3) номиналният ток на вложката се взема по-голям или равен на 40% от изчислителния кратковременен ток на веригата;

4) номиналният изключателен ток на предпазителя следва да бъде по-голям от изчислителния периодичен ток на късо съединение;

5) за чувствителност трябва отношението на минималния ток на късо съединение към номиналния ток на вложката да надвишава 10.

За селективна работа на последователно свързани два автоматични прекъсвача (предпазителя) в мрежата е необходимо номиналният ток на електромагнитната защита за прекъсвача (номиналният

ток на вложката за предпазителя) към източника да бъде с 2-3 степени по-голям от номиналния ток на следващия прекъсвач (предпазителя).

При разработване на монтажните схеми се спазват следните основни принципи:

1. Монтажните схеми на всяка монтажна единица се съставят на отделни (самостоятелни) чертежи според обособените участъци. Това се налага от технологията на монтажните работи в електрическите централи и подстанции, които изисква независимо (по място и време) монтиране на техническите средства за всеки участък. Изпълнението на вторичните схеми в класическите РУ се извършва от бригади на строителния обект, а при комплектните устройства (табла, пултове и др.) - в заводите-производители. Монтажните работи за всеки участък се свеждат до инсталиране на апаратите и клеморедите и реализиране на съединителните връзки между тях според монтажните схеми. Отделните участъци завършват на самостоятелни клемореди, които облекчават монтирането, изпитването, експлоатацията и усъвършенстването на системите за управление. Свързването на различните участъци в обща вторична схема се осъществява чрез участъковите клемореди.

Например, монтажната схема на извод от класически открит РУ се изготвя на отделни чертежи за следните участъци: поле, командно табло, релейно табло и т.н.

Когато на едно поле от табло или пулт се инсталират вторичните съоръжения на различни монтажни единици, монтажната схема на това поле се съставя на един чертеж и включва всички технически средства.

2. Монтажните схеми не се чертаят мащабно, но при тях се отчита действителното пространствено разположение на вторичните съоръжения. Фасадите на таблата и пултовете и компоновките на командните зали се чертаят в мащаб преди разработването на монтажните схеми. Когато вторичните апарати се разполагат върху фасадите на таблата (пултовете) и съединителните връзки се изпълняват отзад, на монтажните схеми се показват задните страни на таблата (пултовете). При това инсталираните апарати на фасадите се посочват в огледално изображение с пунктир.

3. На монтажните схеми се нанася пълната маркировка, която включва буквено-числените означения на всички нейни съставни елементи: а) вторичните електрически апарати и техните изводи; б) клеморедите и клемите им; в) вторичните тоководещи вериги;

соединителните проводници, контролните кабели и принадлежащите им жила;

4.2.2. ТЕХНОЛОГИИ ЗА РАЗРАБОТВАНЕ

Монтажните схеми се изготвят въз основа на следните изходни материали: а) пълни разгънати схеми с нанесени условни буквено-числени означения на техническите средства; б) фасади на таблата и пултовете за разположение на вторичните съоръжения; в) компоновки на командните зали.

Монтажните схеми се съставят в следната технологична последователност:

1. На самостоятелни чертежи без мащаб се изобразяват вторичните апарати и клеморедите за всеки участък, като се отчита тяхното пространствено разположение. Всички технически съоръжения се чертаят с условни графични символи според т.1.2.2 или с правоъгълни контури, върху които се показват техните изводи (клемите) според вътрешните електрически схеми.

Буквено-числените означения на електрическите апарати се изпълняват съгласно т.1.2.3. Само маркировката на апаратите върху таблата се прави двойна:

1) числена част (наричана още монтажен номер), състояща се от две арабски числа за записване на: а) поредния номер на монтажната единица (съобразно т.1.2.3), към която принадлежи апаратът; б) последователния номер на апарата към същата монтажна единица при наблюдение на таблото от страна на монтажните работи отляво надясно и отгоре надолу;

2) буквено-числена част, в съответствие с т.1.2.3.

Когато техническите средства върху едно поле от таблото спадат към една монтажна единица, се позволява: а) поредният номер на монтажната единица да се изпуска; б) монтажният номер на дадената маркировка да отпадне.

Маркировката на техническите съоръжения се нанася върху монтажната схема непосредствено над техните графични символи, като се загражда с окръжност. Вдясно под марките може да се запише типът на апаратите.

Клеморедите се чертаят във вид на таблици със следните пет колони:

а) средна, в която се отбелязват поредните номера на

клемите с арабски числа;

б) две вътрешни (съседни на средната), върху които се посочват номерата на съответната монтажна единица според т.1.2.3 и на клемите съгласно предната т.а (реално те се нанасят върху крайните на соединителните проводници (жила));

в) две външни (крайни), където се посочват марките на присъединените вторични съоръжения и тоководещи вериги в съответствие с т.1.2.3 (физично те се вписват върху банките на соединителните проводници (жила)).

Функционалните предназначения на вътрешните и външните колони (т.б и в) върху клеморедите се допуска да се развоят. Когато върху един клеморед са разположени вторичните вериги само на една монтажна единица, се позволява: а) върху вътрешните колони да се изпуска номерът на монтажната единица; б) да отпадне двете вътрешни колони на клеморедите.

Броят на хоризонталните редове в таблицата на клеморедите отговаря на количеството на клемите. Най-отгоре на таблицата се предвижда един допълнителен ред за маркировката на клеморедите, съдържаща: а) поредния номер на монтажната единица, към която принадлежи клеморедът; б) марката или наименованието на монтажната единица.

Клемите на всички клемореди за даден участък на една монтажна единица имат единния номерация с арабски числа, която се изпълнява отляво надясно и отгоре надолу.

2. Изпълнение на вътрешните връзки между вторичните съоръжения в границите на всеки участък чрез изолирани проводници и контролни кабели.

В класическите РУ всички свързвания на вторичните тоководещи вериги се реализират с контролни кабели и през клемореди. За тази цел при пултовете и таблата се използват изолирани проводници, с които се осъществяват директни скъчвания между вторичните апарати. С това решение се намаляват разходите на проводници и количеството на клемите. Обаче те затрудняват техническата експлоатация на системите за управление, тъй като изискват непрекъснато откриване на апаратите при изпитвателни и ремонтни работи. По изтъкнатия съображения част от вътрешните връзки между вторичните апарати върху пултовете и таблата се реализират през клемореди. При необходимост да са присъединят две проводника към една клемна на електрически апарат също се прибегва до помощта на клеморедите.

Към всяка страна на клемата от клеморедите се разрешава да се свързва само по един проводник или жило на контролен кабел. Принципно всички вътрешни връзки между вторичните апарати и клеморедите в отделните участъци се разполагат само от едната страна на клеморедите.

Различните функционални вторични вериги се групират стгоре надолу върху вертикалните клемореди и отлево надясно при хоризонтални клемореди в следната последователност: токови вериги, напрежителни вериги, оперативни вериги за постоянно напрежение: команди, сигнали, блокове и т.н. Между групите клемки на отделните функционални вериги се предвиждат по 1-3 броя резервни клемки.

При монтажните схеми се прилага т.нар. срещуположна (несрежна) маркировка на токопроводещите вериги, която се свежда до следното. Всеки край на проводник (жило на кабел) съдържа три последователни означения:

1) адреса на свързване на срещуположния край, който включва буквено-числен код или монтажния номер на апарата (клеморед) и номера на неговата клемка;

2) функционалната марка на токопроводещата верига според т.1.2.3;

3) мястото на приключване на самия този край, което се отбелязва както адреса на другия край.

Срещуположната маркировка на монтажните схеми позволява: а) еднозначно откриване на краята край за всеки проводник (жило на контролен кабел) без прозвонване; б) бързо и безгрешно възстановяване на връзките при стъпване на следнителните проводници (жила); в) да не се чертаят целите свързващи проводници (жила), които претрупват чертежите, а само техните крайща.

Показаната по-горе срещуположна маркировка се получава доста бързо. Затова проектантските организации прибегват до различни съкращения (откъс от функционалната марка на веригата, изпускане номера на клемата на апарата към насрещния край, изоставяне на буквено-числения символ за самия край и др.).

Участъковите контролни кабели се избират с 1-3 резервни жиля и се означават съгласно т.1.2.3.

13. Осъществяване на външните връзки между клеморедите на отделните участъци чрез контролни кабели. За целта се използва свободната страна на участъковите клемореди.

Жилата на контролните кабели се маркират според т.1.2.3.

Самите контролни кабели се избират и означават като участъковите.

Резултатите от комплектоване на контролните кабели за всяка монтажна единица се показват върху схема на кабелните връзки и таблица с маркировка на контролните кабели и на техните жиля. Те се използват за съставяне на т.нар. кабелен журнал за ползване на контролните кабели в електрическата пантала или подстанция. Той съдържа пълни данни за всеки кабел: пореден номер, брой и сечения на жилата, брой на резервните жиля, свързани участъци (начало и край на кабела), дължина, траса, маркировка и др.

Маркировката на всички вторични съоръжения и токопроводещите вериги се нанася в натура чрез обикновени и сваляеми бананки, накрайници, маншетки, табелки, надписи и др.

4.3. КАБЕЛНО СТОПАНСТВО

206

4.3.1. ОСНОВНИ ПРИНЦИПИ НА ИЗГРАЖДАНЕ

Разходът на контролни кабели се увеличава при преминаване към автоматизирани системи за управление с електронни изчислителни машини и при нарастване на единичната мощност на електрическите централи и подстанции и на техните основни енергийни съоръжения. Докато за енергиен блок с мощност 300 MW в ТКЕИ се ползват около 300 km кабели, то за реакторен блок 440 MW в АЕИ тяхното количество достига 700-800 km (Л.1,31). Затова структурата на изграждане на кабелното стопанство влияе върху надеждността, безопасността, икономичността и експлоатационните удобства на системите за управление и на целите електрически централи и подстанции.

Надеждността и пожарната безопасност на кабелното стопанство в електрическите централи с мощност над 25 MW и в електрическите подстанции за напрежение над 220 kV се постига при спазване на следните основни принципи (Л.11): 1) електрическата част (електрическите съоръжения, схеми и уреди) и кабелното стопанство се изпълняват така, че пожар в кабелното стопанство да не довежда до отпадане на повече от един енергиен блок в електрическите централи, до загуба на всички резервирани произведени в електрическите подстанции и до отказ на системите за командване; 2) при пожар да се предотвратява едновременно стъпване

на взаимно резервирани отговорни кабелни линии (силови, на командните и на сигналната мрежи, на пожарогасенето и др.). Това се постига при изпълнение на следните мероприятия: 1) разделяна на кабелните линии (силови и контролни) най-малко на два изолирани пътека с различни трасета; 2) полагане на взаимно резервирани отговорни кабели по самостоятелни трасета; 3) изпълнение на изискванията на противопожарните строителни норми за автоматични пожаросигнални и пожарогасителни уреди, за полагане на кабели и за комплектоване на обектите с подвижни пожарогасители; 4) качествени проекти, монтажни, изпитвателни и приемни работи за кабелното стопанство.

Основни пътища за икономия на контролни кабели в електрическите централи и подстанции са (Л.1): 1) обхващане на командните зали до РУ и енергийните съоръжения или тяхното разполагане около центъра на товара; 2) използване на изборително управление; 3) приложение на контролни кабели с максимален брой на жила-та и с минимално сечение за различните функционални подсистеми и вторични вериги за управление.

4.3.2. ПОЛАГАНЕ НА КОНТРОЛНИ КАБЕЛИ

На територията на електрическите централи и подстанции контролните кабели се полагат в кабелни полуетажи, канали, тунели, шахти, естакади, метални кутии, скори, блокове, тръби, по строителни конструкции и др.

Кабелните полуетажи се предвиждат под централни и групови командни зали. Когато броят на кабелите в една посока е над 20, те се полагат в кабелни тунели. Кабелните канали се използват при по-малко количество на кабелите. Кабелите в канали, тунели и полуетажи се помещават на метални конструкции (конзоли) от профилна стомана. Небронирани кабели се разполагат върху азбестоминерални плочи или метални скори, които се нареждат върху конструкциите.

През последните години в електрическите централи и подстанции се употребява многослойно и снопово полагане на контролните кабели в метални кутии и на метални скори. Първите се използват в кабелни съоръжения при брой на кабелите над 25 и при безшахово преминаване от едно хоризонтално ниво на друго, когато трябва да се постигне механична защита на кабелите. Вторите се прилагат в кабелни съоръжения при по-малко количество на кабелите

и при къси трасета (до 5-10 м) за открито полагане на кабели със закрепване към конструкцията на скората.

При многослойно и снопово полагане на кабели в кутии и на скори се спазват следните изисквания: 1) кабелите в един слой и в един сноп трябва да са с еднотипни обвивки; 2) закрепването на сноповете от кабели да не довежда до деформация на кабелните обвивки от собственото тегло.

Металните кабелни кутии от профилна и листова стомана се изпълняват нормални и малогабаритни, като първите се срещат в два варианта: а) проходни, при които обслужващият коридор е вътре в кутията; б) с външни площадки за обслужване, при които има намален разход на метал и подобрени условия за работа на персонала.

Използването на метални кутии за полагане на кабели има следните предимства: 1) кутиите са унифицирани и се изготвят от индустриални методи в заводски условия, което позволява да се съкрати срокът за монтаж на кабелите; 2) намаляват се габаритите на кабелните съоръжения, повишава се пожарната безопасност и се създава възможност за полагане на голямо количество кабели по едно трасе в сградите.

Металните кутии и скори се разполагат в кабелни канали, тунели, полуетажи, в производствени помещения и др. Малогабаритните кутии се изпълняват с отваряща предна стена, която позволява пряк достъп за монтаж и експлоатация на кабелите. Извеждането на отделни кабели от кутиите става през пробити отвори на място. За защита на кабелните обвивки се използват специални или ръчни пластмасови втулки. За отклоняване на потече кабели се прилагат специални отводи или секции с необходимите отвори (Л.1,11).

При големи кабелни потоци (над 20 броя на кабелите) металните кутии се разполагат на технологични и специални естакади, които имат редица предимства пред полагането в кабелни канали и тунели: 1) индустриализираната на монтаж е по-висока; 2) удобно се разделят кабелните потоци за повишение на надеждността; 3) не е необходима автоматична пожарогасителна уредба; 4) намалява се стойността на кабелните съоръжения.

Кабелите в метални кутии и тръби могат да се помещават върху всички видове технологични естакади, като се спазват изискванията на нормативните документи.

Полагането на контролни кабели в бетонни блокове и тръби се прилага за гедорета на помисията и за фундамента на енер-

таблиците съоръжения. За оттичане на случайните води блоковете и тръбите имат лек наклон над 0,1%.

Кабелите се монтират непосредствено в земята само за отназначени стомателни подобекти на електрическите централи и подстанции (работилници, складове, гаражи и др.), когато техният брой не прегинава шест.

Кабелните съоръжения за кабелни потоци с над 20 броя кабели се осигуряват с необходимите проходи за монтаж, ремонт и експлоатация. Когато съоръженията са разположени на височина над 5 м се предвиждат специални площадки за обслужване.

Кабелните потоци започват от РУ и енергийните съоръжения и се събират в самостоятелни трасета. Тахното количество постепенно се увеличава и достига максимум под командните зали, където има значителен брой кабели за връзки между полетата на таблата и пултовете.

При избора на кабелни трасета се спазват следните изисквания: 1) разделяне на кабелните трасета по технологично предназначение за всяко енергийно съоръжение (реактор, парогенератор, турбина и генератор); 2) предвиждане на подходящи обеми за кабелни трасета в машинната зала, в реакторния и парогенераторния цех, в турбинния и генераторния етаж и под командните зали; 3) осигуряване на надеждни кабелни съоръжения срещу външни въздействия (механични удари, прах, висока температура и др.) и достъпност за обслужване; 4) за бързо откриване и гасене на пожари кабелните канали, тунели и полукетажи се съоръжават с автоматични пожаросигнални и пожарогасителни уреди.

Компановката на кабелните трасета за един енергиен блок в ТКВН (Л-1) обхваща: 1) две вертикални кабелни шахти, които се изпълняват с метални кутии по срещуположните свободни стени на парогенератора; 2) две хоризонтални проходни кутии за връзка; 3) кабелен полукетаж, който е разположен в деаераторното отделение под блоковата командна зала; 4) две хоризонтални кабелни кутии в машинна зала, всяка от които обслужва едната страна на турбоагрегата.

4.3.3. КОНТРОЛНИ КАБЕЛИ

В табл. 4-1 и 4-2 са посочени техническите данни и областта на приложение на произведените съветски и български кон-

тролни кабели.

Таблица 4-1. Сведения за съветски контролни кабели

Марка	Брой на жилата при сечение в mm ²					Област на приложение
	0,75	1	1,5	2,5	4	
КВБГ	4,5,7,10,14			4,5,7,10		В помещения, канали и тунели с нормална и агресивна среда, без механични усилия
КЛБГ	19,27,37,52			14,19,27	4,7,10	
КРБГ	(61)			37		
КВБГЭ						Също, но при необходимост от защита срещу електромагнитни полета
КЛБГЭ	4-52(61)			4-37	4-10	
КРБГЭ						
КВББГ						В помещения, канали и тунели с нормална среда, при наличие на блуждащи токове, без големи механични усилия
КЛББГ	4-52(61)			4-37	4-10	
КРББГ						
КВББ						В земя с нормална и агресивна среда, при наличие на блуждащи токове, без големи механични усилия
КЛББ	4-52(61)			4-37	4-10	
КРББ						
КВБЕН						В шахти и пожароопасни помещения, без големи механични усилия
КЛБЕН	4-52(61)			4-37	4-10	
КРБЕН						
КВБ _с III _в						В помещения, канали, тунели и земя с нормална и агресивна среда, при наличие на блуждащи токове, без големи механични усилия
КЛБ _с III _в	4-52(61)			4-37	4-10	
КРБ _с III _в						
КВБ _с III _в						Също, но при наличие на големи механични усилия
КЛБ _с III _в	10-37			7-37	7,10	
КРБ _с III _в						

Таблица 4-2. Средения за български контролни кабели

Марка	Брой на жилата при сечение							Област на приложение
	и $m^{2/3}$	0,75	1	1,5	2,5	4	6	10
СВТ	5,6,7,8,9,10,12,							
СПТ	14,16,19,24,30,					6,7,8,10		
	37							
СВТУ								
СПТУ	5-37					6-10		
								Също, но с агресивна среда
СВЕТ	5-37					6-10		
СПЕТ								В земя с нормална среда

Условните заводски означения на съветските контролни кабели според последователността на буквите са следните: 1) материал на жилата: А - алуминий; без буква - мед; 2) предназначение: К - контролен; 3) изолация: Б - поливинилхлорид; П - полиетилен; Р - каучук; П_С - самозатихващ полиетилен; 4) обвивка: В - поливинилхлорид; П - каучук негорящ; 5) броня: Б - две стоманени ленти (с външно покритие); Б_С - една профилирана стоманена лента; П_С - плоски стоманени поцинковани проводници; 6) общ екра ГЭ - алуминиево или медно фолио под обвивката; 7) външно покритие: Г - без покритие; Пв - пресован поливинилхлоридов шланг; Н - каучук негорящ.

Съответно, заводските означения на българските контролни кабели включват следните последователни букви: 1) материал на жилата: А - алуминий; без буква - мед; 2) общо предназначение С - силов; 3) изолация: Б - поливинилхлорид; П - полиетилен; 4) обвивка: Т - изгорима термостойка обвивка от поливинилхлорид; У - усилена обвивка; Б - брониран с две стоманени ленти.

За полагане в помещения, канали, тунели, шахти, остакани и др. на електрическите централи и подстанции се прилагат главно контролни кабели с негоряща изолация и обвивка от поливинилхлорид (и еквивалентната изолация от самозатихващ полиетилен) и без метална броня. Кабелите с изолация от полиетилен и с метална броня със защитна обвивка имат повишена пожароопасност и не се допускат за монтаж в пожароопасни помещения. Затова те практически не се използват в съвременните електрически централи и подстанции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автоматизация крупных тепловых электростанций. Под редакцией М.П.Тальмана. М., Энергия, 1974.
2. Атанасов, А., А.Брайков, О.Сейзов. Електроразпределителни уреди за високи напрежения. С., Техника, 1980.
3. Лук, Ю.Б., В.В.Кантан, А.А.Петрова. Проектирование электрической части станций и подстанций. Л., Энергосамоиздат, 1985.
4. Гумин, И.Я., М.И.Гумин, В.Ф.Устинов. Вторичные схемы электрических станций и подстанций. М.-Л., Энергия, 1964.
5. Дуэль, М.А. Автоматизированные системы управления энергоблоками с использованием средств вычислительной техники. М., Энергоиздат, 1983.
6. Муков, А.К. Электрооборудование вторичных цепей и их монтаж. М., Госэнергоиздат, 1961.
7. Куряев, В.Г., В.И.Обрезков, Т.А.Филипова. Управление режимами гидроэлектростанций в условиях АСУ. М., Энергия, 1978.
8. Кучкин, М.Д. Автоматично управление и контрол на режимите на работа на ВЕС (превод от руски). С., Техника, 1975.
9. Иванов, Ю.И. Управление и автоматика в электроустановках энергосистем. Киев, Техника, 1967.
10. Лабов, О.П. Сигнализация на електроподстанции. М., Энергия, 1973.
11. Лазнов, С.И., А.М.Ферман, Л.Н.Михлина. Устройство и обслуживание вторичных цепей электроустановок. М., Энергоатомиздат, 1986.
12. Ликова, П. Нов тип сигнализация за толемите електро-разпределителни уреди. С., Энергетика, 1972, кн.9.
13. Ликова, П. Управление и команди зали на електрически уреди. С., Энергетика, 1973, кн.1.
14. Ликова, П., Т.Александров. Измисвания към блокировките на открити и закрити КУ на подстанции. С., Энергетика, 1978, кн.2.
15. Наръчник по проектиране на трансформаторни подстанции и трансформатори. Под редакцията на Г.Блещков. С., Техника, 1976.
16. Околовит, М.И. Проектирование электрических станций.

М., Энергоиздат, 1982.

17. Павлов, В.И. Схемы управления и сигнализации воздушных и масляных выключателей. М., Энергия, 1971.

18. Подстанции переменного тока. Под редакцией Г.К. Вильямова. М., Энергоиздат, 1984.

19. Правила за устройство на электрические уредби. С., Техника, 1980.

20. Рожкова, Л.Д., В.С. Козулин. Электрооборудование станций и подстанций. М., Энергия, 1987.

21. Хинков, Д.И. Проектиране на электрически распределительные уредби. С., ВЭИ "Ленин", 1986.

22. Хинков, Д.И. Проектиране на электрически централи и подстанции. С., ВЭИ "Ленин", 1972.

23. Хинков, Д.И. Проектиране на электрически централи и подстанции. С., Техника, 1980.

24. Хинков, Д.И. Руководство по проектиране на электрически распределительные уредби. С., ВЭИ "Ленин", 1987.

25. Хинков, Д.И. Руководство по проектиране на электрически централи. С., Техника, 1977.

26. Хинков, Д.И., А.К. Градинарова. Проектиране на электрически распределительные рамки и уредби. С., Техника, 1975 (1980, 1988).

27. Хинков, Д.И. Избирательно дистанционно управление на коммутационные аппараты в электрических центрах и подстанциях. С., Энергетика, 1980, кн. 6.

28. Хинков, Д.И. Модифицирование централизованной координации сигнализации в электрических центрах и подстанциях. С., Энергетика, 1980, кн. 2.

29. Хинков, Д.И., Д.Х. Ковачев. Современные изисквания към командные залы на электрических центрах и подстанциях. С., Энергетика, 1979, кн. 2.

30. Христов, К., Д. Хинков. Сборник от задачи по электрической части на электрических центрах. С., Техника, 1973.

31. Щальман, М.П., В.И. Плетинский. Контроль и управление на атомных электростанциях. М., Энергия, 1979.

32. Электротехнический справочник, т. III, кн. 1. М., Энергоиздат, 1988.

33. Электрическая часть станций и подстанций. Под редакцией А.А. Васильева. М., Энергия, 1980.

34. Электрическая часть электростанций и подстанций. Под редакцией Б.Н. Неклепаева. М., Энергия, 1978.

35. Электрическая часть электростанций. Под редакцией С.В. Усова. Л., Энергоатомиздат, 1986.

СЪДЪРЖАНИЕ	стр.
Предговор	3
Въведение	4
В.1. Обективна необходимост от учебната дисциплина	5
В.2. Основни цели и задачи на учебната дисциплина	6
В.3. Съдържание и обем на учебната дисциплина	7
Глава първа. Основи на дистанционното управление	
1.1. Системи за управление	8
1.1.1. Функционално-технологични подсистеми	8
1.1.2. Технически средства	12
1.1.3. Организационно-техническа структура	16
1.2. Условни означения на вторичните схеми	18
1.2.1. Основни положения	18
1.2.2. Графични означения	18
1.2.3. Система на маркировка	20
1.3. Видове вторични схеми	27
1.4. Структура на вторичните схеми	31
1.4.1. Основни принципи	31
1.4.2. Захранващи мрежи	33
1.4.3. Съставни части	34
1.5. Управляващи сигнали	38
1.5.1. Основни положения	38
1.5.2. Подаване на управляващи сигнали	39
1.5.3. Преобразуване на управляващи сигнали	41
1.5.4. Блокиране на управляващи сигнали	44
Глава втора. Функционални подсистеми за дистанционно управление	
2.1. Дистанционно измерване	46
2.1.1. Основни принципи	46
2.1.2. Видове дистанционно измерване	49
2.2. Дистанционно командване	52
2.2.1. Видове дистанционно командване	52
2.2.2. Командни ключове	56
2.2.3. Схеми за дистанционно командване	62
2.3. Блокировка в разпределителните гребни	66
2.3.1. Видове блокировки	66
2.3.2. Схеми за блокировки	73

2.4. Сигнализации в електрическите централи и подстанции	76
2.4.1. Видове сигнализации	76
2.4.2. Показваща сигнализация	79
2.4.3. Аварийна сигнализация	86
2.4.4. Предупредителна сигнализация	91
2.4.5. Централна координатна сигнализация	95
Глава трета. Дистанционно управление на комутационни апарати	
3.1. Дистанционно управление на маломасштабни прекъсвачи с трифазно пружинно задвижване	96
3.1.1. Основни положения	96
3.1.2. Управление с командно-фиксиращи ключове	99
3.1.3. Управление с командни ключове без фиксиращи положения	104
3.2. Дистанционно управление на въздухоструйни прекъсвачи	107
3.2.1. Основни положения	107
3.2.2. Технологични условия за работа на прекъсвачите	107
3.2.3. Пофазно задвижване на прекъсвачите	109
3.2.4. Използване на стъпения въздух в прекъсвачите	110
3.3. Дистанционно управление на разединители	115
3.3.1. Основни положения	115
3.3.2. Разединители с електродвигателно задвижване	116
3.3.3. Разединители с пневматично задвижване	119
3.4. Дистанционно управление на автоматични прекъсвачи	120
3.4.1. Основни положения	120
3.4.2. Съветски автоматични прекъсвачи тип АБМ	121
3.5. Дистанционно управление на магнитни пускатели	123
3.5.1. Основни положения	123
3.5.2. Магнитни пускатели към двигатели без самопускане	124
3.5.3. Магнитни пускатели към двигатели със самопускане	126
3.6. Избирателно дистанционно управление на комутационни апарати	128

18/	3.6.1. Основни положения	128
	3.6.2. Двустепенно слаботоково изборително управление с бутони	130
Глава четвърта: Изпълнение на вторичните схеми		
	4.1. Командни зали	134
19/	4.1.1. Техническа естетика на командни зали ..	134
	4.1.2. Компановка на командни зали	136
16+	4.2. Монтажни схеми	145
20/	4.2.1. Основни принципи за съставяне	145
	4.2.2. Техниката за разработване	154
1/	4.3. Кабелно стъпанство	157
	4.3.1. Основни принципи на изграждане	157
21/	4.3.2. Полагане на контролни кабели	159
	4.3.3. Контролни кабели	160
	Литература	163

Поръчка № 117/1991 г.

Дадена за печат м. I 1991 г.

Печатни коли 10,50

Излиза от печат м. V 1991 г.

Тираж 300

Формат 1/16—60/84

Цена 2,00 лв.

Технически университет — София