



**МОСКОВСКИЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ
(технический университет)**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по курсу

Инженерная Графика

**ВЫПОЛНЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ СХЕМ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК**

744

М 545

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ, ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МОСКОВСКИЙ ордена ЛЕНИНА и ордена ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено
учебным управлением МЭИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по курсу

Инженерная графика

ВЫПОЛНЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ СХЕМ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Москва

Издательство МЭИ

1992

744

М 545

УДК 744:69.620.9(075.8)

Методические указания по курсу "Инженерная графика". Выполнение тепловых схем энергетических установок. И.В.Гордеев, П.В.Степанов, Г.М.Фролова, В.Н.Шерстнева. М.: Изд-во МЭИ, 1992. - 32 с.

Изложены основные правила выполнения тепловых схем энергетических установок на основе действующих стандартов и имеющихся в технике традиций. Даны принципы выполнения тепловых схем с использованием средств машинной графики. В приложении приведены условные графические обозначения энергетического оборудования, а также других элементов, входящих в тепловые схемы.

Предназначены для студентов теплотехнических специальностей, изучающих второй раздел курса инженерной графики. Могут быть использованы при выполнении курсовых и дипломных проектов, при проведении тепловых расчетов энергетического оборудования.

С.

Московский энергетический институт, 1992 г.

ВВЕДЕНИЕ

Тепловая схема является обязательным конструкторским документом, который разрабатывается на всех этапах проектирования паровых и газовых турбоустановок, парогенераторов, тепловых и атомных электростанций.

Тепловые схемы широко используются в технической и учебной литературе, выполняются в курсовых и дипломных проектах, при проведении тепловых расчетов энергетического оборудования.

Однако до сих пор не существует единых правил выполнения и оформления тепловых схем. Каждая организация-разработчик выполняет их в соответствии со сложившимися традициями. Сравнение схем, выполненных в разных организациях, показывает, что их оформление существенно отличается друг от друга.

В данных указаниях обобщается имеющийся опыт выполнения и оформления тепловых схем отдельного энергетического оборудования и всей электростанции. На основе анализа существующих нормативных документов, регламентирующих требования к выполнению схем изделий и установок всех отраслей промышленности, предлагается классификация тепловых схем, предлагаются правила их выполнения и оформления.

1. КЛАССИФИКАЦИИ СХЕМ

Согласно ГОСТ 2.102-68^к [1] схема — это конструкторский документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними.

Классификацию схем устанавливает ГОСТ 2.701-84 [2]. В зависимости от элементов, составляющих изделие, и связей между ними схемы классифицируются по видам. Каждому виду схемы присваивается буквенный код (табл. I.1).

Таблица I.1

Вид схемы	: Код	: Вид схемы	: Код
Электрическая	Э	Вакуумная	В
Гидравлическая	Г	Газовая	Х
Пневматическая	П	Автоматизации	А
Климатическая	К	Комбинированная	С
Оптическая	О	Энергетическая	Р

Вид схемы "тепловая" в данном стандарте отсутствует. Но так как тепловые схемы выполняются для различных энергетических объектов, их можно отнести к энергетическим схемам и присваивать им буквенный код "Р". Однако в основной надписи должно быть указано: "Схема тепловая". Изменять название схемы нельзя, так как это устойчивый и широко распространенный термин.

В зависимости от назначения схемы подразделяют на типы. Всего предусмотрено 8 типов схем. Каждому типу схем присваивается цифровой код (табл. I.2).

Таблица I.2

Тип схемы	: Код	: Тип схемы	: Код
Структурная	1	Подключения	5
Функциональная	2	Общая	6
Принципиальная (полная)	3	Расположения	7
Соединений (монтажная)	4	Объединения	8

Каждой схеме присваивается буквенно-цифровой код, соответствующий ее виду и типу.

Тепловые схемы в проектных организациях, в технической и учебной литературе выполняются только двух типов: принципиальные и полные (развернутые).

Принципиальная тепловая схема - это упрощенная схема, включающая условные обозначения только основного оборудования, обеспечивающего осуществление технологического цикла (в данном случае - выработку электроэнергии), и линии связи между ними (рис. I.1).

При этом на схеме может отсутствовать резервное оборудование, перепускные и дренажные линии связи, регулирующая и запорная арматура и другие устройства, которые обеспечивают длительную эксплуатацию установки или необходимы для осуществления переходных режимов (пуска и останова). Такие схемы широко используются на стадии эскизного проектирования, в учебной и технической литературе.

Полная тепловая схема включает в себя полный состав элементов,

входящих в энергетическую установку (или станцию), и все линии связи между ними (рис. I.2). Полные тепловые схемы разрабатываются на стадиях технического и рабочего проектирования.

Согласно [2] принципиальная (полная) схема определяет полный состав элементов и связей между ними и дает детальное представление о принципе работы установки. Следовательно, содержание и назначение принципиальной тепловой схемы не соответствует определению по стандарту, а полной тепловой - соответствует. Но так как

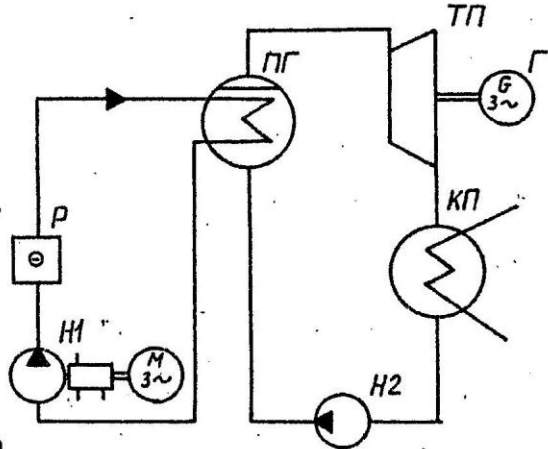


Рис. I.1:

Р-реактор ВВЭР; Ш-парогенератор реактора ВВЭР; ТП-паровая турбина; КП - конденсатор поверхностный; Н1-главный циркуляционный насос (ГЦН); Н2 - насос; Г-генератор трехфазного тока

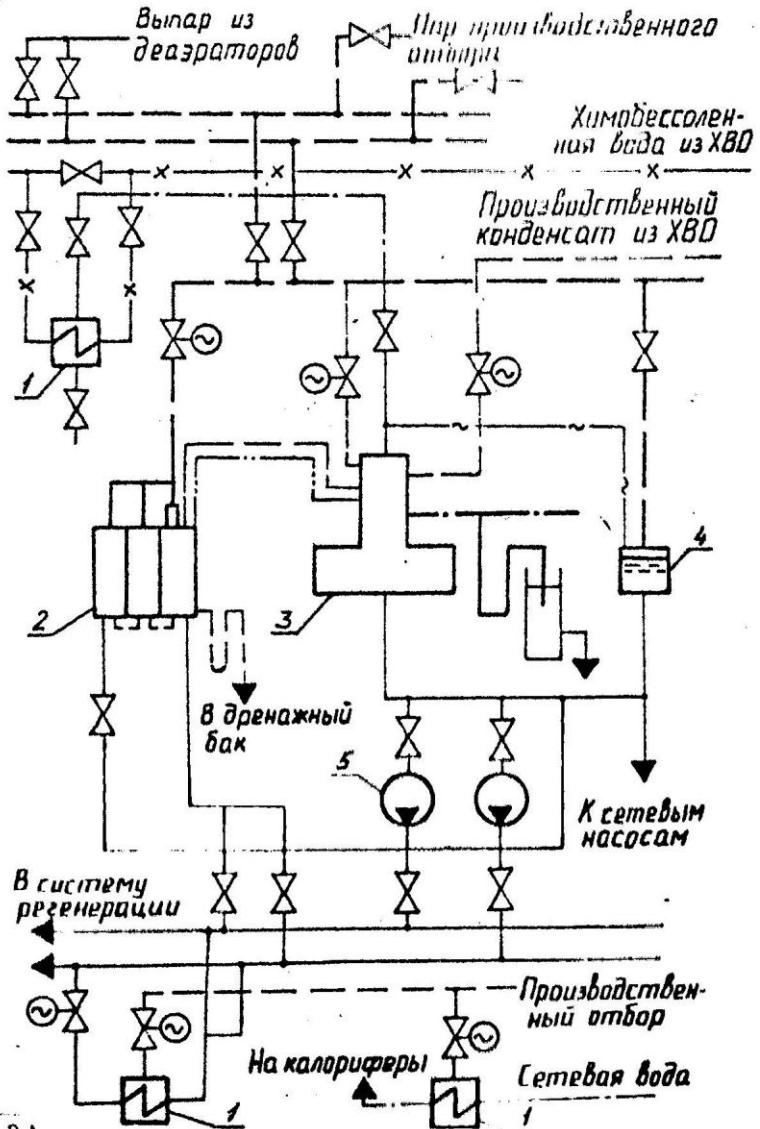


Рис. 1.2;

1-подогреватель; 2-эжектор; 3-дренажный; 4-сепараторосборник;
5-двигатель

в стандарте принципиальная и полная схема являются одного типа, то, чтобы конкретизировать классификацию тепловых схем, предлагается принципиальной тепловой схеме присваивать код РЗ.1, а полной - РЗ.2. При этом в основной надписи должен быть указан тип схемы: "Схема тепловая принципиальная" или "Схема тепловая полная".

При проведении тепловых расчетов энергетических установок или всей станции выполняются схемы, которые включают в себя только то оборудование, в котором происходит изменение термодинамического состояния рабочей среды. Такие схемы можно назвать "расчетными". Количество элементов, входящих в них, может отличаться и от принципиальных, и от полных схем. Расчетные схемы не выделяются в отдельный тип схем и не оформляются как самостоятельный конструкторский документ, а входят в состав расчетно-пояснительной записки и имеют буквенный код РР. На расчетных схемах указываются параметры рабочей среды (давление, температура, энтальпия, сухость пара и т.д.) на входе в каждый элемент и выходе из него (рис. 1.3)

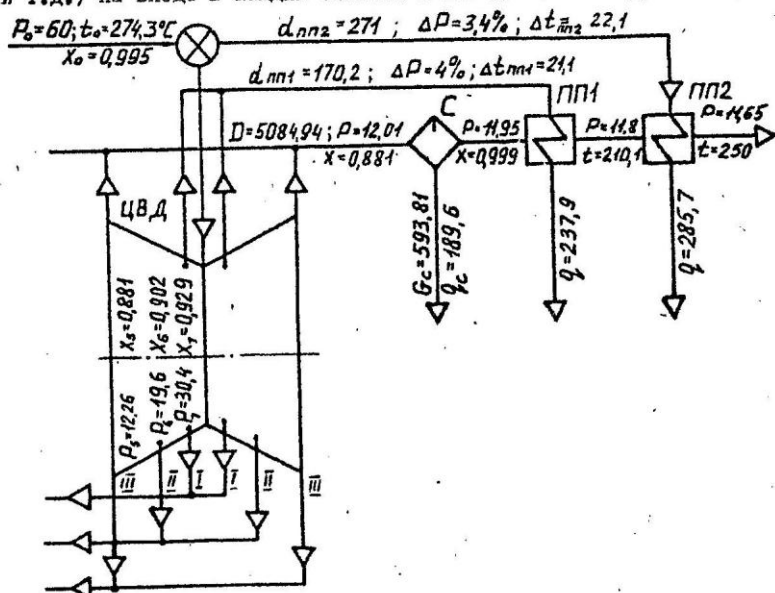


Рис. 1.3

Номенклатура типов схем на установку (станцию) должна опре-

деляться особенностями установки. Обязательно должно выполняться требование, чтобы комплект схем содержал сведения, достаточные для проектирования, монтажа, эксплуатации и ремонта установки.

2. ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ СХЕМ

2.1. Общие требования к схемам

Общие правила выполнения схем изделий и энергетических сооружений устанавливаются в [2]. Схемы выполняются без соблюдения масштаба. Действительное пространственное расположение составных частей установки не учитывается или учитывается приближенно. Допускается располагать условные графические обозначения (УГО) элементов в том же порядке, в котором они расположены в установке при условии, что это не затрудняет чтение схем.

Схемы должны быть выполнены компактно, но без ущерба для ясности и удобства их чтения. Форматы, на которых выполняются схемы, должны быть удобны для пользования при монтаже и эксплуатации установок. УГО элементов и соединяющие их линии связи следует располагать таким образом, чтобы обеспечить наилучшее представление о составе установки и взаимодействии ее составных частей. Линии связи должны состоять только из горизонтальных и вертикальных участков и иметь наименьшее количество изломов и пересечений. Расстояние между соседними параллельными линиями связи должно быть не менее 3 мм. Если большое количество линий связи затрудняет чтение схемы, допускается обрывать их, заканчивая стрелками и указывая адрес направления (рис. 2.1)

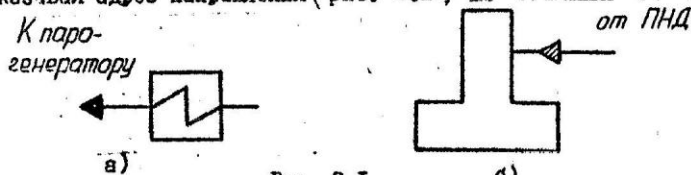


Рис. 2.1

Около стрелок можно указывать параметры рабочей среды и характеристики трубопроводов (диаметр условного прохода D_u и др.). Если рабочая среда является жидкостью, то стрелки должны быть зачернены или заштрихованы. Форма и размеры стрелок регламентируются [3] (рис. 2.2).

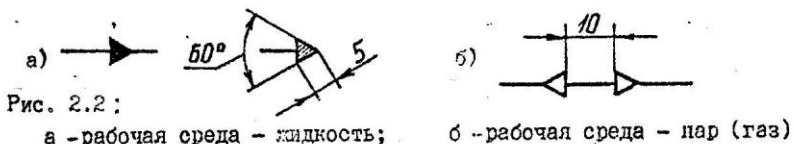


Рис. 2.2:

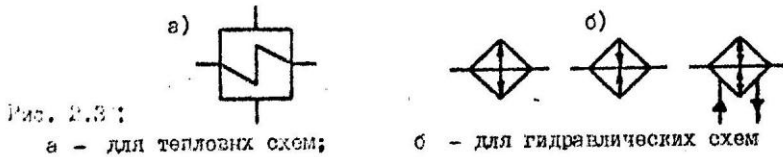
а - рабочая среда - жидкость; б - рабочая среда - пар (газ)

УГО элементов тепловых схем рекомендуется располагать на формате определенным образом. Обычно на тепловых схемах АЭС реакторный контур, а на схемах ТЭС - парогенератор располагается в левой части формата. В верхней части располагаются изображения стопорных клапанов, а затем турбины вместе с электрическим генератором таким образом, чтобы линия их общего вала была горизонтальной. Согласно [3] линии механической связи элементов (вали) изображаются двумя параллельными линиями. В правой части формата вниз от турбины на вертикальных участках линий связи располагаются конденсаторы с конденсатными насосами, эжекторами и т.д., а затем на горизонтальных участках - подогреватели низкого давления (ПВД) с насосами, деаэрагор. Если на схеме изображаются внешние потребители тепла, то их УГО размещают вправо от конденсатора. В зависимости от размеров формата и насыщенности схемы подогреватели высокого давления (ПВД) допускается располагать как на горизонтальных, так и на вертикальных участках линий связи. Арматура регулирующая и запорная располагается на свободных участках линий связи, а вспомогательное оборудование, дренажные линии - на свободных местах схемы. Соединяют все элементы на схеме в той же последовательности, как они соединены в установке.

2.2. Условные графические обозначения элементов в тепловых схемах

Для изображения на схемах различных элементов и устройств применяют УГО, установленные различными стандартами. Так как в тепловые схемы входят устройства разных видов и назначений: энергетическое оборудование (реакторы, парогенераторы, турбины), гидравлические и электрические машины, арматура трубопроводная и регулирующая, измерительные приборы и т.д., то перечень стандартов, определяющих УГО, довольно широкий [4 - 10]. В основном УГО элементов являются однозначными. Но в [4] и [5] даются УГО подогревателей поверхностных и нагревателей (охлаждателей) жидкости или воздуха. Фактически это однотипные теплообменные аппараты.

Но для тепловых схем следует применять УТО согласно [4], а для гидравлических, пневматических и схем ГТУ - согласно [5] (ис.2.3)



Размеры УТО элементов тепловых схем задается в стандартах. Если же в стандарте отсутствуют размеры некоторых элементов, то они должны определяться такой величины и конфигурации, как соответствующее УТО в таблице стандарта. Чаще всего размеры УТО задается одинаково, что не позволяет их увеличивать или уменьшать в зависимости от формата схемы. В приложении к действующему пособию размеры УТО задается в относительных единицах с использованном модуля $m = 10, 20, 30$ мм, что позволяет пропорционально изменять их величину в случае необходимости.

В основном УТО оборудования энергетического приблизительно отражает конструктивные устройства и характер протекающих в нем процессов. Это УТО турбины, конденсатора поверхностного, подогревателей, севного компрессора. С этой точки зрения не совсем удачным является УТО парогенератора модульного реактора на быстрых нейтронах (реактора БН). Этот парогенератор включает в себя испаритель, пароперегреватель и промежуточный пароперегреватель, т.е. три теплообменных аппарата. На рис. 2.4 представлено УТО парогенератора реактора БН, составленное как композиция УТО теплообменников и рекомендуемое для применения в схемах. В некоторых схемах используются только два модуля: испаритель и пароперегреватель. Такое УТО позволяет проследить процесс образования пара в парогенераторе и его последующего перегрева.

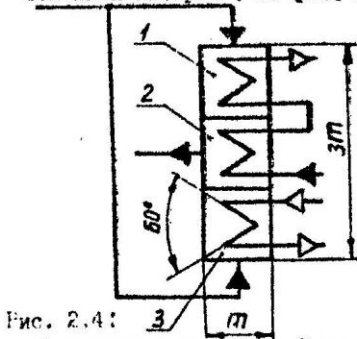


Рис. 2.4: 1-пароперегреватель; 2-испаритель; 3-промежуточный пароперегреватель

а) - парогенератор реактора БН, составленное как композиция УТО теплообменников и рекомендуемое для применения в схемах. В некоторых схемах используются только два модуля: испаритель и пароперегреватель. Такое УТО позволяет проследить процесс образования пара в парогенераторе и его последующего перегрева.

Положено УТО элементов тепловых схем по отношению к основной надписи рекомендуется в том виде, как они расположены в стандарте. Например, УТО деаэратора, конденсатора реактора ГТЭС,

компенсатора давления, гидроемкости, сепаратора-расширителя. УГО турбин, турбонасоса, конденсатора поверхностного допускается изображать вертикально перевернутыми. УГО главного циркулярного насоса (ГЦН) рекомендуется располагать только на вертикальных участках линий связи, сепаратор-пароперегреватель (СПП) - только на горизонтальных. УГО насосов, подогревателей, потребителей тепла и др. допускается изображать повернутыми на 90° , т.е. располагать на вертикальных и горизонтальных линиях связи. Все УГО на схемах изображаются сплошной основной линией толщиной $S = 0,5 \dots 1,4$ мм в зависимости от размеров схемы.

Кроме УГО, предусмотренных стандартами, можно применять другие графические обозначения: произвольные размеры, содержащие пояснительный текст; внятные очертания устройств; схематические разрезы. Нестандартные УГО на схемах должны быть пояснены.

2.3. Буквенно-цифровые обозначения элементов тепловых схем

Каждому элементу схемы должно быть присвоено обозначение. Оно может быть буквенным, цифровым или буквенно-цифровым. В учебной и технической литературе на тепловых схемах традиционно используются цифровые обозначения.

На схемах, входящих в состав проектной и рабочей документации, а также в расчетно-пояснительные записки, применяются буквенно-цифровые позиционные обозначения. Буквенные обозначения составляются по начальным или характерным буквам названий элементов, используются для них заглавные буквы русского алфавита. В приложении приведены предлагаемые буквенные обозначения элементов схем. С учетом развития автоматизированного выполнения схем целесообразно использовать для буквенных обозначений заглавные буквы латинского алфавита, как это сделано уже для элементов электрических схем. Кроме того, кодирование элементов и создание базы данных УГО оборудования тепловых схем производится по буквенным обозначениям.

Цифровые обозначения присваиваются однотипным элементам тепловых схем в порядке их расположения по ходу движения рабочей среды. Для многоконтурных схем присвоение происходит в пределах каждого контура последовательно. Позиционные обозначения проставляются рядом с УГО элементов с правой стороны или над ними. Возле некоторых

элементов можно размещать поясняющие надписи. Например, если турбина (буквенное обозначение Т) состоит из нескольких частей: цилиндров высокого, среднего и низкого давления, то возле изображений каждой части можно указать: ЦВД, ЦСД, ЦНД.

2.4. Составление перечня элементов

Технические данные элементов, входящих в схему, должны быть записаны в перечень элементов. Связь перечня с УГО элементов должна осуществляться через позиционные обозначения. Для простых схем, содержащих небольшое количество элементов, допускается данные об элементах размещать около УГО на полках линий-выносок.

Перечень элементов оформляют в виде таблицы, которую размещают на первом листе схемы над основной надписью на расстоянии не менее 12 мм от нее. Продолжение таблицы оформляют слева от основной надписи, повторяя заголовок таблицы. Форма и размеры таблицы перечня показаны на рис. 2.5а

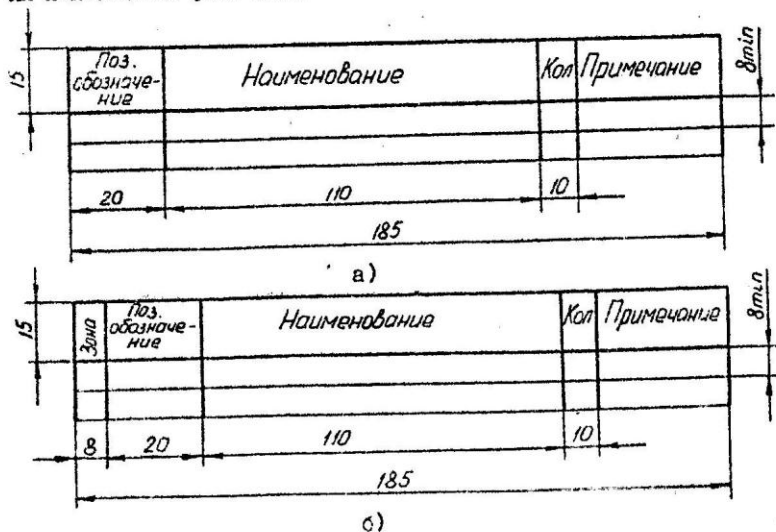


Рис. 2.5

В графах перечня указывают следующие данные: в графе "Поз. обозначение" - позиционное обозначение элемента или устройства схемы; в графе "Наименование" - наименование элемента в соответствии с до-

кументом, на основании которого этот элемент применен, и обозначение этого документа (ГОСТ, ОСТ, ТУ, каталог). При необходимости указания технических данных элемента, не содержащихся в его наименовании, их рекомендуется указывать в графе "Примечание". При необходимости в перечень допускается вводить дополнительные графы, если они не дублируют сведений в основных графах.

Схемы с большим количеством элементов, многоконтурные, разбиваются на зоны. В этом случае перечень элементов дополняется графой "Зона", где указывается обозначение зоны расположения данного элемента (рис. 2.5, 6).

Перечень элементов заполняется сверху вниз. Для тепловых схем порядок его заполнения должен соответствовать направлению движения рабочей среды, т.е. начинаться с парогенератора для ТЭС и с реактора для АЭС. Если схема многоконтурная, то порядок заполнения перечня определяется движением рабочей среды в каждом контуре. Элементы схем, через которые рабочая среда не проходит (электрогенератор, двигатель и т.д.), рекомендуется записывать после того элемента, с которым они соединены общим валом или же в конце перечня.

Однотипные элементы, имеющие одинаковые буквенные обозначения, следует объединять в группы. В пределах группы элементы располагают по возрастанию порядковых номеров. В этом случае в графе "Наименование" записывается один раз и подчеркивается общее наименование этих элементов во множественном числе с обозначением документа (ГОСТ, ОСТ, ТУ и т.д.), на основании которого эти элементы применены. При переходе к автоматизированному проектированию допускается название группы элементов не подчеркивать. Название группы выделяется сверху и снизу одной свободной строкой. Между отдельными элементами или группами элементов допускается оставлять одну-две незаполненных строки. Это облегчает внесение изменений в перечень.

Если элементы одного типа имеют одинаковые характеристики и последовательные порядковые номера, то их рекомендуется записывать в одну строку перечня с указанием номера начального и конечного элементов в графе "Поз.обозначение". Например, К3 ... К6. В графе "Кол." указывается общее количество одинаковых элементов. Наименование элементов в этом случае пишется в единственном числе.

При отсутствии места на поле схемы для размещения перечня его можно оформить в виде самостоятельного документа на отдельных листах формата А4 (210x297 мм). На первом листе перечня выполняется основная надпись по форме 2 [II] с размерами 40x185, в графе I кото-

рой указывается наименование установки, а также наименование документа: "Перечень элементов". При этом ему присваивается дополнительный буквенный код "Т", который проставляется перед кодом схемы. Например, код перечня элементов к тепловой принципиальной схеме: ПРЗ. На последующих листах перечня основная надпись выполняется по форме 2а (размеры 15х185).

В тепловые схемы входят установки, УТО которых включают в себя несколько отдельных элементов. Например, турбина может иметь несколько цилиндров: высокого, среднего, низкого давления, каждый из которых имеет свое обозначение. В этом случае рекомендуется все элементы, относящиеся к одной установке, заключать в прямоугольник, выполненный штрихпунктирной утолщенной линией, и присваивать общее позиционное обозначение, например, турбина паровая - ТП. А около составных частей ее давать соответствующие пояснения: ЦВД, ЦСД, ЦНД. В перечне эти элементы образуют отдельную группу с общим наименованием, в котором указывается обозначение турбины. Ниже записываются составные части турбины с их характеристиками: ЦВД - однопоточный, ЦНД - двухпоточный.

На рис. 2.6 показан пример заполнения перечня элементов.

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
ТП1	<u>Турбина паровая К-1000-60/1500</u>		
	ЦВД - однопоточный	1	
	ЦНД - двухпоточный	2	
	<u>Подогреватели ОСТ...</u>		
П1	ПН-1200-25-61А	3	
П2	ПН-1400-25-60А	3	
П3	ПВ-2500-97-10А	2	
	<u>Клапаны предохранительные ГОСТ...</u>		
КП1	Клапан 10-100-1К-11	1	
КП2, КП4	Клапан 10-320-1К-11	3	

Рис. 2.6

2.5. Условные обозначения рабочей среды

Линии связи на тепловых схемах обычно обозначают трубопроводы. Для схем электрических станций на разных участках в трубопроводах циркулирует различная рабочая среда: в реакторном контуре АЭС — теплоноситель (вода, жидкий металл), после парогенератора — острый пар, из турбины отбирается пар регулируемых или нерегулируемых отборов, после конденсатора — это конденсат, после деаэратора — питательная вода и т.д. На тепловой схеме должна быть обозначена рабочая среда на каждом участке. Для этих целей традиционно используются линии разной толщины и начертания (см. приложение). На поле схемы должна быть дана расшифровка условных обозначений рабочих сред на разных участках.

В условиях автоматизированного проектирования для этих целей можно использовать линии одинаковой толщины с маркерами или линии различных цветов.

На принципиальных тепловых схемах, предназначенных для иллюстрации циклов ТЭС или АЭС, а также на расчетных схемах при выполнении тепловых расчетов все линии связи изображают сплошной основной линией, так как в этих случаях характер рабочей среды на отдельных участках не так важен.

2.6. Текстовая информация на схемах

На поле схемы допускается помещать текстовую информацию. Это могут быть различные технические данные, специфические требования к монтажу, технические указания (например, величины минимально допустимых расстояний между трубопроводами). При выполнении схемы на нескольких листах технические указания, являющиеся общими для всей схемы, рекомендуется располагать на первом листе (по возможности над основной надписью), а технические указания, относящиеся к отдельным элементам, около изображения этого элемента и на том листе, где они наиболее необходимы.

Содержание текста должно быть кратким и точным. В надписях не должны применяться сокращения слов, за исключением общепринятых или установленных в стандартах.

Текстовая информация в зависимости от содержания и назначения может быть расположена: рядом с графическими обозначениями; внутри графических обозначений; над линиями связи; в разрыве линий связи; у концов линий связи; на свободном поле схемы.

Текстовые данные, относящиеся к линиям, ориентируют параллельно горизонтальным участкам соответствующих линий. При большой насыщенности схемы допускается вертикальная ориентация данных.

На рис. 2.7 приведен пример выполнения тепловой принципиальной схемы АЭС с реактором ВВ-600, турбиной К-200-130 и перечня элементов к ней.

В приложении к данному пособию приведены условные графические обозначения оборудования энергетического, гидравлических устройств, арматуры трубопроводной и других устройств, входящих в схемы на основе действующих государственных стандартов.

3. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ СХЕМ

3.1. Основные положения

Наряду с традиционными способами выполнения тепловых схем сейчас все чаще используют средства машинной графики для решения этой же задачи. Методы реализации данной задачи решения при этом сильно зависят от соответствующих технических средств (ЭВМ) и программного обеспечения. Рассмотрим основные принципы построения алгоритма, позволяющего выполнять тепловые схемы с использованием средств машинной графики.

Программное обеспечение построения графических изображений представляет собой набор программ (пакет) удобных для пользователя. Этот пакет включает программы для формирования изображений на экране дисплея, для преобразования (манипулирования) изображений и для выполнения различного рода взаимодействий между пользователем и системой. Программное обеспечение машинной графики можно разделить на три модуля: программы машинной графики (графической системы), прикладные программы, прикладная база данных (меню). Центральным модулем системы является прикладная программа, которая управляет загрузкой и поиском данных в прикладной базе данных. Прикладные программы запускаются на решение пользователем с помощью программ машинной графики. Их создают применительно к конкретным проблемным областям, к изображениям и правилам, присущим данной сфере инженерной деятельности (например, к выполнению тепловых схем).

Прикладная база данных содержит математические, числовые, графические и логические определения прикладных моделей, таких как, например, УГО элементов тепловых схем, фрагментов линий связи и т.д.

Содержимое базы данных можно быстро вывести на экран дисплея или вычертить на графопостроителе в виде твердой копии. Манипулируя элементами базы данных, можно легко сформулировать из них нужные изображения, располагая их соответствующим образом на поле чертежа. Эти положения могут служить основой для построения алгоритма, позволяющего выполнять тепловые схемы автоматизированным способом.

3.2. Алгоритм прикладной программы для выполнения тепловых схем автоматизированным способом

На схемах составные части установок изображают в виде УГО, соединенных между собой линиями связи. Будем считать, что УГО элементов схем, а также линии связи, составляют некоторую базу данных.

Основная идея предлагаемого алгоритма состоит в следующем. Вся схема мысленно разбивается на элементарные ячейки, образующие матрицу. Каждый элемент схемы или участок линии связи заключаются в отдельную ячейку (рис. 3.1). Ячейка представляет собой квадрат

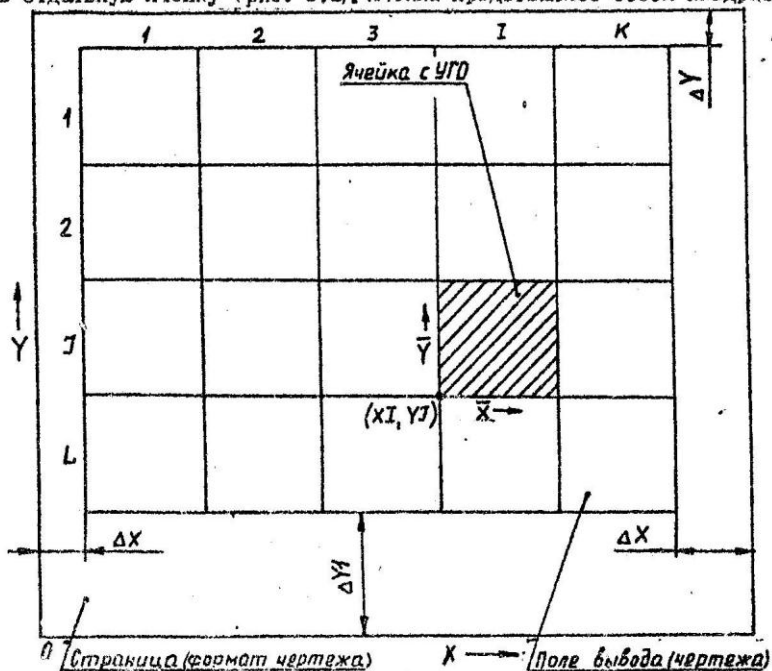


Рис. 3.1

(или прямоугольник) с известными геометрическими размерами DM (рис. 3.2), которые либо вычисляются в зависимости от размеров

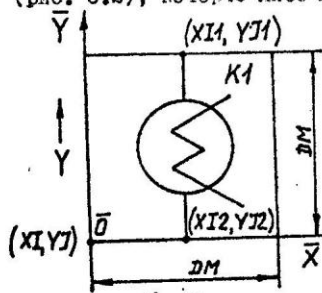


Рис. 3.2

страницы (формата чертежа) и количества ячеек по горизонтали и вертикали, либо задаются в качестве исходных данных. В каждую ячейку вводится своя относительная система координат (ОСК) с началом в левом нижнем углу квадрата. Затем из этих ячеек с элементами формируется изображение схемы. Самой сложной задачей здесь является способ размещения ячеек в поле вывода (поле чертежа).

На первом этапе работы необходимо создать базу данных - набор ячеек с расположенными в них УГО элементов схем. Внутри каждой ячейки (контур ячейки не вычерчивается) в ОСК формируется УГО элемента согласно стандарта, а также его буквенно-цифровое позиционное обозначение (см. рис. 3.2). Сформированная база данных заносится в память ЭВМ и может быть дополнена в случае необходимости новыми элементами.

На втором этапе работы формируется поле чертежа, которое представляет собой прямоугольник со сторонами кратными DM . Поле вывода определяется в абсолютной системе координат (АСК). Начало координат АСК - левый нижний угол страницы.

Поле вывода должно быть всегда меньше поля страницы (см. рис. 3.1). Величины ΔX , ΔY , $\Delta Y1$, определяющие расположение поля вывода внутри страницы, могут быть заданы при вводе исходных данных в зависимости от размеров страницы и размеров поля вывода. Размеры поля вывода зависят от конкретной схемы и расположения элементов в ней. Длина стороны прямоугольника вывода может быть определена как $K \cdot DM$, где K - максимальное число элементов схемы, расположенных по горизонтали, другая сторона прямоугольника - $L \cdot DM$, где L - максимальное число элементов схемы, расположенных по вертикали. Таким образом, поле вывода можно представить в виде сетки, определяемой матрицей $A(L, K)$.

Матрицу $A(L, K)$ можно назвать матрицей размещения УГО элементов схемы в поле вывода. Теперь задача состоит в том, чтобы каждую ячейку сетки поля вывода заполнить нужным УГО элемента схемы. Для этого необходимо сформировать матрицу $A(L, K)$, которая представляет собой массив чисел $A(J, I)$, определяющих номер УГО элемента схемы в меню. Индексы массива $J = 1, 2, 3, \dots, L$;

$I = 1, 2, 3, \dots K$ определяют расположение ячеек в сетке поля вывода. Например, на рис. 3.1 заштрихованная ячейка в поле вывода однозначно определяется индексами массива $A (J, I)$, а заполненные ячейки УГО определяется самим элементом массива, т.е. номером УГО элемента схемы.

Предложенный алгоритм позволяет создать диалоговую программу, которая дает возможность пользователю ввести в качестве исходных данных размеры обранки, размеры ячейки (D, K), величины $\Delta X, \Delta Y, \Delta y_1$, а также максимальное число горизонтально (K) и вертикально (L) расположенных ячеек в поле вывода. Далее формируется матрица $A (J, I)$ размещения УГО элементов схемы. Программа, считывая матрицу $A (J, I)$ по строкам, запоминает по горизонтали ячейки сетки поля вывода УГО элементов схемы. Пример реализации данного алгоритма для схемы тепловой принципиальной приведен на рис. 3.3.

Выполнение таблицы перечня элементов зависит от способа оформления документа (на первом листе схемы или в виде отдельного листа) и вывода на внешние устройства ЭВМ. Рекомендуется таблицу перечня элементов выполнять на отдельном листе формата А4, осуществляя вывод информации из программы на АПУ.

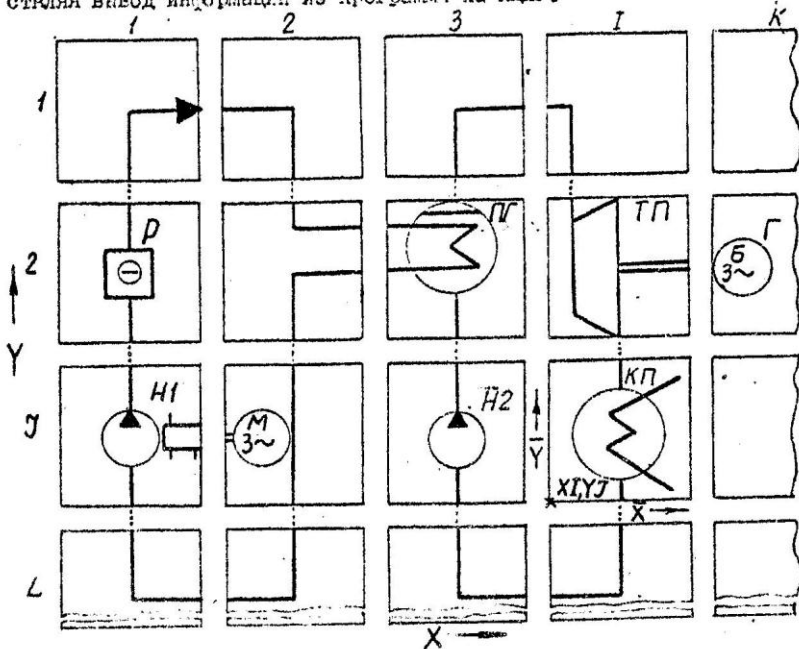


Рис. 3.3

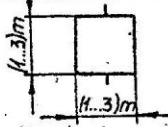
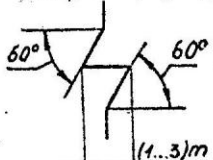
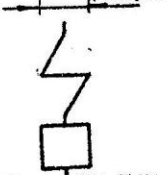
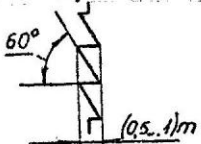
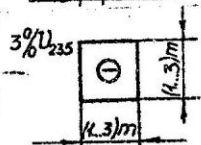
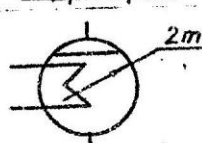
СПИСОК НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ СХЕМ

- I. ГОСТ 2.102-68. Виды и комплектность конструкторских документов.
 2. ГОСТ 2.701-68. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.
 3. ГОСТ 2.721-74^{*}. Обозначения условные графические в схемах.
Обозначения общего применения.
 4. ГОСТ 21.403-80. Обозначения условные графические в схемах.
Оборудование энергетическое.
 5. ГОСТ 2.780-68. Обозначения условные графические. Элементы гидравлических и пневматических сетей.
 6. ГОСТ 2.781-68. Обозначения условные графические. Аппаратура распределительная и регулирующая гидравлическая и пневматическая.
 7. ГОСТ 2.782-68. Обозначения условные графические. Насосы и двигатели гидравлические и пневматические.
 8. ГОСТ 2.784-70. Обозначения условные графические. Элементы трубопроводов.
 9. ГОСТ 2.785-70. Обозначения условные графические. Арматура трубопроводная.
 10. ГОСТ 2.722-68^{*}. Обозначения условные графические в схемах.
Машины электрические.
 - II. ГОСТ 2.104-68^{*}. Основные надписи.
 12. ОСТ 108.001.105-77. Обозначения условные графические. Оборудование энергетическое.
-

Приложение

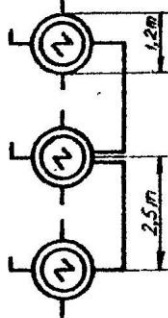
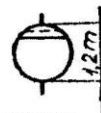

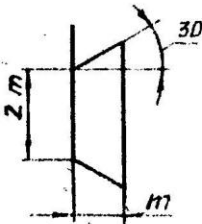

Таблица П.1

Условные графические обозначения энергетического оборудования (по ГОСТ 21.403-80)

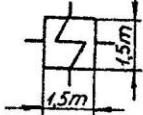
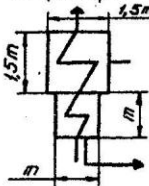
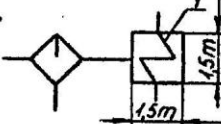
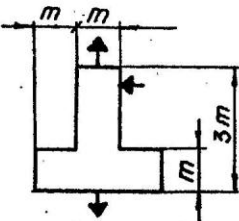
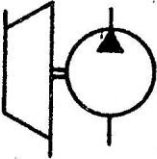
№: п/п:	Наименование		Обозначение	
			графическое	буквенное*
I	Котел паровой	$m = 10, 20, 30$		КП
2	Пароперегреватель			Ш
3	Котел с пароперегревателем			КШ
4	Экономайзер			Э
5	Реактор ядерный (общее обозначение) (Ядерное топливо обозначают символом с указанием концентрации в процентах. Помещают слева от графического обозначения)			Р
6	Парогенератор реактора ВВЭР			ШГ

*/ Рекомендуемые буквенные обозначения не предусмотрены в указанных ГОСТ.

Продолжение табл. П. I

I :	2	:	3	:	4
7	Парогенератор модульный реактора БН			ПГМ	
8	Сепаратор реактора РБМК			СР	
9	Сепараторосборник			СБ	
10	Турбина паровая. Цилиндр турбины однопоточный			ТП	
II	Турбина паровая с нерегулируемым отбором пара			---	

I :	2	:	3	:	4
I2	Турбина паровая с промежуточным подогревом		ТП		
I3	Турбина паровая с одним регулируемым отбором пара		"-"		
I4	Турбина паровая двухпоточная. Цилиндр турбины двухпоточный		"-"		
I5	Конденсатор поверхностный		КП		
I6	Редукционно-охлаждающая установка (РОУ)		РОУ		
I7	Конденсатор поверхностный двухпоточный		КП		
I8	Теплообменник смешивающий		ТО		

I :	2	:	3	:	4
19	Подогреватель поверхностный (общее обозначение)		II		
19.1	Подогреватель с поверхностью нагрева для переохлаждения конденсата		III		
20	Сепаратор-пароперегреватель промежуточный (СПП) одноступенчатый		СПП		
21	Деаэратор (рабочее давление деаэратора проставляется в контурах бака)		ДЭ		
22	Турбонасос		ТН		

Если пароперегреватель многоступенчатый, поз. I повторяют в зависимости от числа ступеней перегрева.

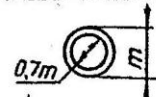

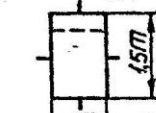
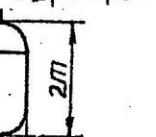
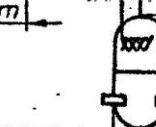
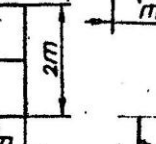
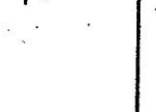
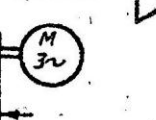
1	2	3	4
23	Потребитель тепла		ПТ
24	Испаритель турбоустановки		И
25	Колонна разделительная (сепаратор-расширитель)		КЛ
26	Гидроемкость		ГВ
27	Компенсатор давления теплоносителя ядерного реактора (паровой)		КД
28	Компенсатор давления теплоносителя ядерного реактора (газовый)		КГ
29	Компрессор осевой для ГТУ		КМ
30	Насос ГЦН		И

Таблица П.2

Условные графические обозначения машин электрических
(по ГОСТ 2.722-68 (СТ СЭВ 655-77))

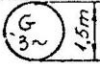
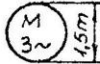

№ п/п	Наименование	Обозначение	
		графическое	буквенное
1	Генератор трехфазного тока		Г
2	Двигатель (мотор)		М
3	Двигатель-генератор		МГ

Таблица П.3

Условные графические обозначения. Элементы гидравлических
и пневматических сетей (по ГОСТ 2.780-68)

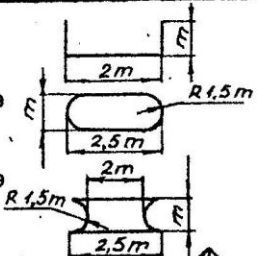



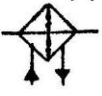
№ п/п	Наименование	Обозначение	
		графическое	буквенное
1	Бак: а) под атмосферным давлением б) с внутренним давлением выше атмосферного в) с внутренним давлением ниже атмосферного (вакуумом)		Б
2	Сепаратор (водоотделитель)		С
3	Охлаждитель жидкости или воздуха		ОД
4	Нагреватель жидкости или воздуха		НГ
5	Охлаждитель и нагреватель (снаружи ромба изображается трубопровод охлаждающей или подогревающей среды)		ОН

Таблица П.4

Условные графические обозначения аппаратуры распределительной регулирующей гидравлической и пневматической (по ГОСТ 2.781-68)

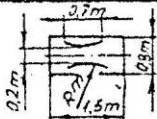




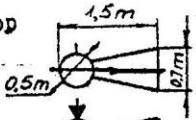
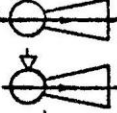


№ : п/п:	Наименование	Обозначение	
		графическое	буквенное
1	Регуляторы потока (дрессель)		ДР
2	Клапан обратный		КО

Таблица П.5

Условные графические обозначения насосов и двигателей гидравлических (по ГОСТ 2.782-68)

№ : п/п:	Наименование	Обозначение	
		графическое	буквенное
1	Насос постоянной производительности:		Н
	а) с постоянным направлением потока		Н
	б) с реверсивным потоком		Н
2	Компрессор поршневой		КМ
3	Насос струйный (эжектор, инжектор и т.д.)		Э(И)
	а) общее обозначение		ЭВ
	б) насос водоструйный		ЭП
	в) насос пароструйный		ЭП
4	Гидромотор. Общее обозначение		ГМ
5	Пневмомотор. Общее обозначение		ПМ




1	2	3	4
6	Цилиндр, Общее обозначение		Ц
7	Насос лопастный центробежный		Н
8	Вакуум-насос		В

Таблица П.6

Условные обозначения трубопроводов (по ГОСТ 108.001, 105-77)


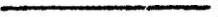













п/п	Наименование	Обозначение	Примечание
<u>1. Пар, газ, воздух</u>			
I	Пар		Толщина линий 0,8-1,5 мм
2	Пар свежий		
3	Пар промперегрева		
4	Пар производственного и теплофикационного отбора		
5	Пар нерегулируемого отбора		
6	Паровоздушная смесь		Толщина линий 0,2-1,0 мм
7	Газ		
8	Воздух		
9	Воздух сжатый		
<u>2. Вода</u>			
10	Вода питательная		Толщина линий 0,2-1,0 мм
11	Вода сетевая, подпиточная		
12	Вода сырая, техническая, циркуляционная		
13	Вода химочищенная		
14	Конденсат		
15	Дренаж, переливы, сливы		

Таблица II.7.

Условные графические обозначения элементов трубопроводов
(по ГОСТ 2.784-70)

№ п/п	Наименование	Обозначение
I	Трубопровод (общее обозначение)	—
2	Соединение трубопроводов	
3	Перекрещивание трубопроводов (без соединения)	
4	Соединение элементов трубопроводов разъемное:	
а)	общее обозначение,	
б)	фланцевое	
5	Конец трубопровода под разъемное соединение:	
а)	общее обозначение,	
б)	фланцевое	
6	Компенсатор	
а)	общее обозначение	
7	Шайба дроссельная, сужающее устрой- ство расходомерное (диафрагма)	
Элементы линий связи гидравлических и пневматических приводов		
8	Линия связи:	
а)	всасывания, напора, слива	
б)	управления	
в)	дренажные (отвод утечек)	
9	Подвод жидкости под давление (без указания источника)	
10	Слив жидкости из системы	
11	Подвод воздуха (газа) под давлением	
12	Выпуск воздуха (газа) в атмосферу	

Продолжение табл. П.7


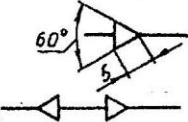
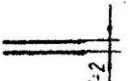
№ п/п	2	3
I3	Поток жидкости в одном направлении, в обоих направлениях	
I4	Поток газа (воздуха) а) в одном направлении б) в обоих направлениях	
I5	Линия механической связи в гидравлических схемах (по ГОСТ 2.721-74)	 ГОСТ 2.721-74

Таблица П.8

Основные обозначения арматуры трубопроводной
(по ГОСТ 2.785-70)

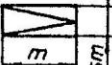
№ п/п	Наименование	Обозначение	
		графическое	буквенное
1	Клапан запорный проходной, угловой, трехходовой		КЗ, КХ, КУ, КТ
2	Клапан регулирующий		КР
3	Клапан обратный (невозвратный) (движение рабочей среды от белого треугольника к черному)		КО
4	Клапан предохранительный		КД
5	Клапан дроссельный		КДР
6	Клапан редукционный (вершина треугольника направлена в сторону повышенного давления)		КЦ
7	Задвижка		ЗД

Таблица П.9

Буквенные условные обозначения основных элементов гидравлических и пневматических схем на основе ГОСТ 2.704-76 (СТ СЭВ 1981-79) (указаны отдельные обозначения, не вошедшие в предыдущие таблицы)

Наименование	: Обозначение
Аппарат теплообменный	АТ
Влагоотделитель	ВД
Пневмоглушитель	Г
Гидродвигатель (пневмодвигатель) поворотный	Д
Гидромотор (пневмомотор)	М
Манометр	МН
Резервуар	РС
Термометр	Т
Гидродинамический трансформатор	ТР
Гидроусилитель	УС
Фильтр	Ф

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Классификация схем	4
2. Правила выполнения тепловых схем	8
2.1. Общие требования к схемам	8
2.2. Условные графические обозначения элементов в тепловых схемах	9
2.3. Буквенно-цифровые обозначения элементов тепловых схем	11
2.4. Составление перечня элементов	12
2.5. Условные обозначения рабочей среды	15
2.6. Текстовая информация на схемах	15
3. основополагающие принципы автоматизация выполнения тепловых схем	16
3.1. Основные положения	16
3.2. Алгоритм прикладной программы для выполнения тепловых схем автоматизированным способом	17
Список нормативных документов для выполнения схем	20
Приложение	21

И.В.Гордеев,
Ю.В.Степанов,
Г.М.Фролова,
В.Н.Шерстнева
Редактор И.И.Тюфяков

Методические указания
по курсу

"Инженерная графика"

ВЫПОЛНЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ СХЕМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

(Кафедра инженерной графики)

Корректор Е.Л.Плихунова

Темплан издания МЭИ 1990 г.: (I), резерв

Подписано к печати 19.10.90

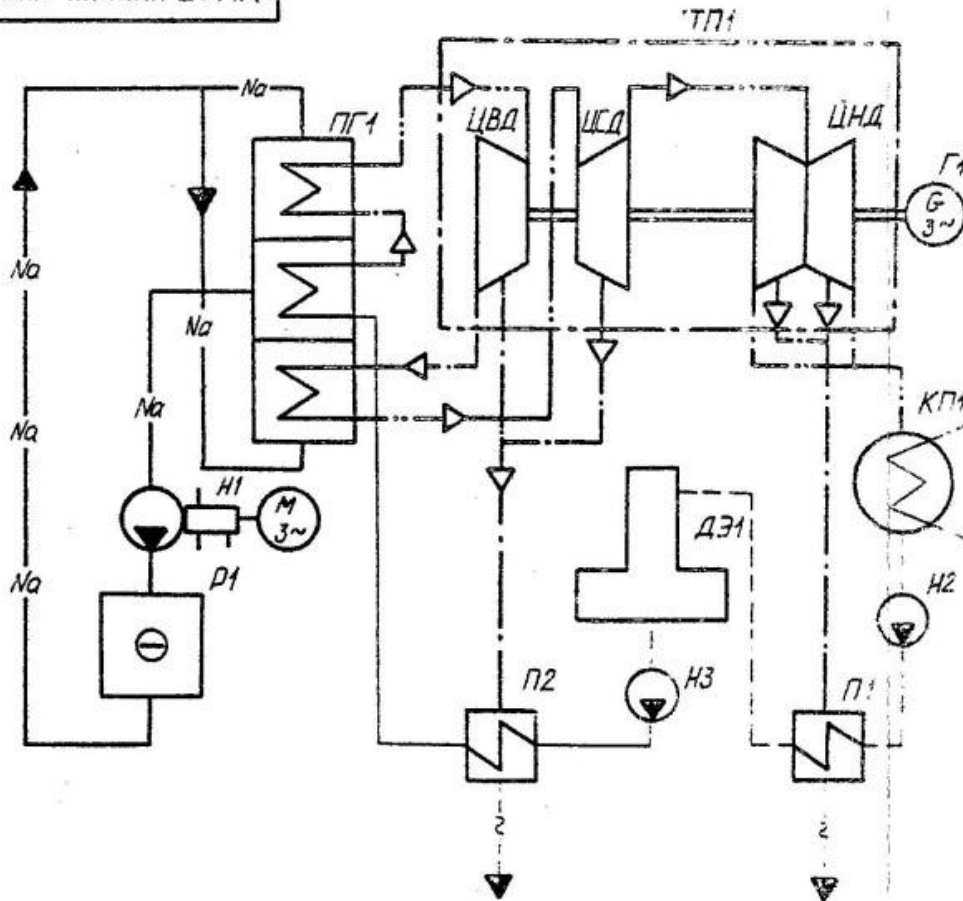
Формат 60x84/16

Физ.печ.л. 2,0+I вкл.

Уч.-изд.л. I,6

Тираж 1500. Изд. № 83 Заказ 854

Типография издательства МЭИ
Красноазарменная, 13



— Na ————— теплоснабжение Na
 - - - - - пар
 — · — · — пар отбора
 - - - - - конденсат
 — — — — — вода питательная
 - - ~ - - слив

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Р1	Реактор БН-600	1	
ПГ1	Парогенератор ПГН-200М	1	
<u>Насосы</u>			
Н1	ГЦН	1	
Н2	Конденсатный	1	
Н3	Питательный	1	
ТП1	Турбина паровая К-200-130 ПОТ ЛМЭ		
	ЦВД - однопоточный	1	
	ЦСД - однопоточный	1	
	ЦНД - двухпоточный	1	
КП1	Конденсатор победностный 200 КЦС-2	1	
<u>Подогреватели ОСТ 108.271.28-81</u>			
П1	ПН-350-16-7-1	1	
П2	ПВ-700-255-13	1	
ДЭ1	Деаэратор ДД-1000	1	
Г1	Генератор трехфазного тока	1	

МИФТ.ХХХХХХХХ РЗ1

Изм. №	№ докум.	Дата	Вместо	АЭС с реактором БН-600	Лист	Масса	Масштаб
				с турбиной К-200-130	4		—
				Схема тепловая принципиальная	Лист	Листов	
					МЭИ каср. ИГ		

