

КАФЕДРА «СТРОИТЕЛЬСТВО ОБЪЕКТОВ ТЕПЛОВОЙ И АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ»



КУРС
«ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ И АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ»
ЛЕКЦИОННЫЕ ЗАНЯТИЯ

РАЗРАБОТАЛ: ВОРОНКОВ И.Е.

МОСКВА 2022

ЗАНЯТИЕ 1 Вводное

ЭНЕРГЕТИКА В МИРЕ. ГЕНЕРАЦИИ В РОССИИ;

ЗАНЯТИЕ 2

ПЕРСПЕКТИВЫ И ПОТЕНЦИАЛ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

ЗАНЯТИЕ 3

КЭС, ТЭЦ, ГТУ, ПГУ;

ЗАНЯТИЕ 4

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА КЭС;

ЗАНЯТИЕ 5

КР. ВЫБОР ПЛОЩАДКИ. СИТУАЦИОННЫЙ ПЛАН;

ЗАНЯТИЕ 6

ПЛАН ПРОМПЛОЩАДКИ;

ЗАНЯТИЕ 7,8

ГЛАВНЫЙ КОРПУС КЭС. КОМПОНОВКА;

ЗАНЯТИЕ 9

ГЛАВНЫЙ КОРПУС КЭС. КОНСТРУКЦИИ;

ЗАНЯТИЕ 9

ТОПЛИВНОЕ ХОЗЯЙСТВО;

ЗАНЯТИЕ 10

ТЕХНИЧЕСКОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ;

ЗАНЯТИЕ 11

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ХОЗЯЙСТВО;

ЗАНЯТИЕ 12

ДЫМОВЫЕ ТРУБЫ ТЭС;

ЗАНЯТИЕ 13

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ЗДАНИЯ ТЭС.
ИНФРАСТРУКТУРА;

ЗАНЯТИЕ 14

РЕКОНСТРУКЦИЯ ТЭС.

ЗАНЯТИЕ 1

ИСТОРИЯ АТОМНОЙ ГЕНЕРАЦИИ В МИРЕ И
РОССИИ

ЗАНЯТИЕ 2

ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ АТОМНОЙ
ЭНЕРГЕТИКИ

ЗАНЯТИЕ 3

ТИПЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ

ЗАНЯТИЕ 4

КАНАЛЬНЫЕ РЕАКТОРЫ;

ЗАНЯТИЕ 5

АЭС С РЕАКТОРАМИ ВВЭР;

ЗАНЯТИЕ 6

ЯДЕРНЫЙ ОСТРОВ АЭС С РЕАКТОРАМИ ВВЭР;

ЗАНЯТИЕ 7

ТУРБИННЫЙ ОСТРОВ АЭС С РЕАКТОРАМИ ВВЭР;

ЗАНЯТИЕ 8

ПЛАН ПРОМПЛОЩАДКИ АЭС С РЕАКТОРОМ
ВВЭР (ПРОЕКТ АТОМЭНЕРГОПРОЕКТА);

ЗАНЯТИЕ 9

ПЛАН ПРОМПЛОЩАДКИ АЭС С РЕАКТОРОМ
ВВЭР (ПРОЕКТ АТОМПРОЕКТА);

ЗАНЯТИЕ 10

ВСПОМОГАТЕЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЗДАНИЯ
АЭС С РЕАКТОРАМИ ВВЭР;

ЗАНЯТИЕ 11

СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНАЯ БАЗА АЭС С
РЕАКТОРАМИ ВВЭР

ЗАНЯТИЕ 12,13

ВАРИАНТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ АЭС;

ЗАНЯТИЕ 14

АЭС С РЕАКТОРАМИ ЭГП, БН, АД (АДЭ);

ПЛАН САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ



ЗАНЯТИЕ

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА «ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ
СХЕМА КЭС»;

ЗАНЯТИЕ

ПРОЕКТНАЯ РАБОТА «КОМПОНОВКА ГЛАВНОГО
КОРПУСА КЭС»;

ЗАНЯТИЕ

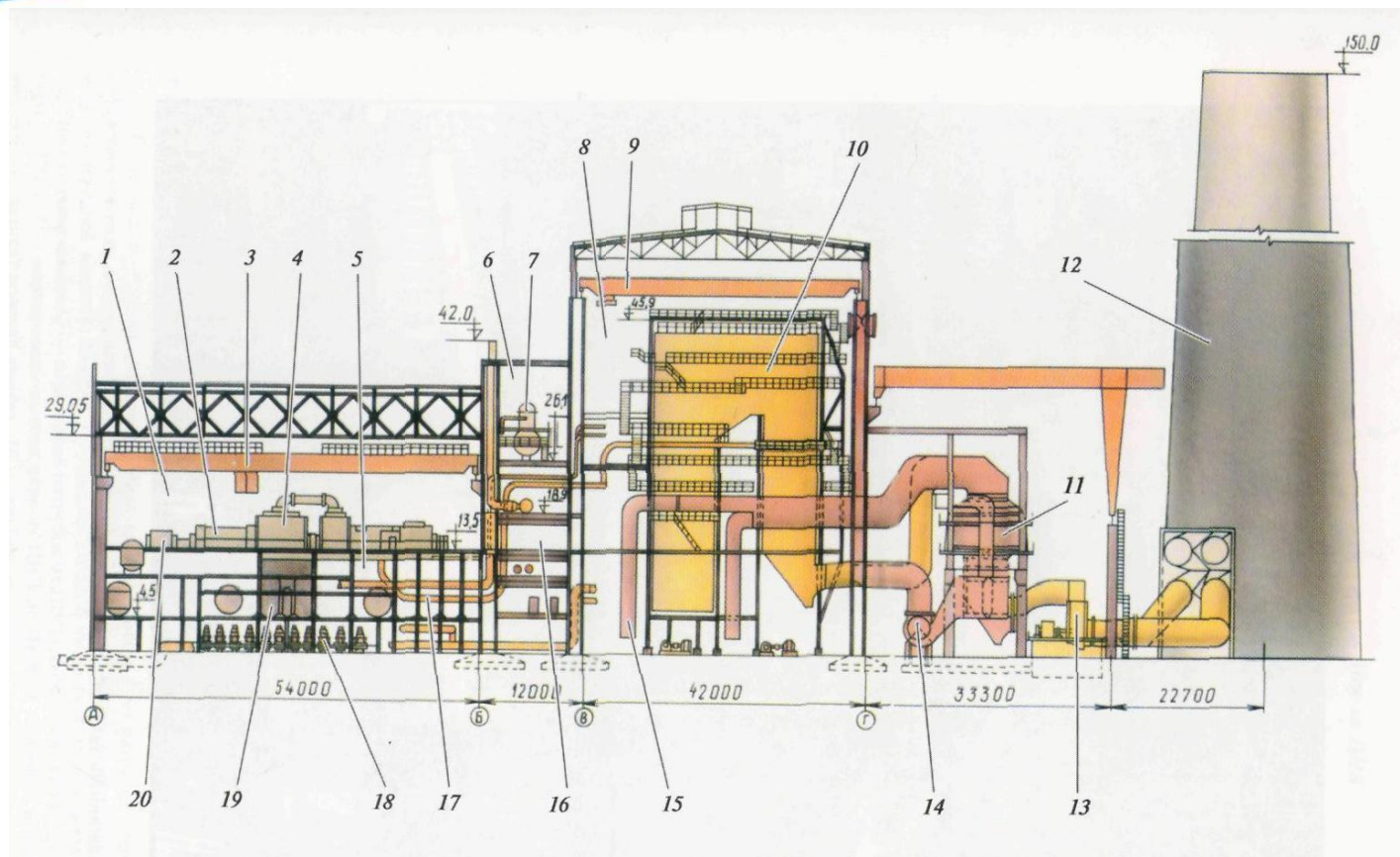
ВАРИАНТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ АЭС

КОМПОНОВКА ГЛАВНОГО КОРПУСА ТЭС

Под **компоновкой** обычно понимают взаиморасположение оборудования, коммуникаций и строительных элементов здания.

Главным корпусом ТЭС называется здание или комплекс зданий, в которых размещаются основное и вспомогательное оборудование, непосредственно участвующее в процессе выработки тепловой и электрической энергии. Это:

- газотурбинная установка с генератором,
- котел-утилизатор,
- оборудование пароводяного тракта (паровой котел, турбина, генератор, конденсатор и др.),
- частично топливного и газовоздушного, маслосистема,
- электрическое распределительное устройство собственных нужд и др.



1 – машинный зал; 2 – электрогенератор; 3 – мостовой кран для монтажных и ремонтных работ; 4 – ЦНД паровой турбины; 5 – конденсационное помещение; 6 – деаэрационная этажерка; 7 – деаэратор; 8 – котельное отделение; 9 – мостовой кран для обслуживания котла; 10 – котел; 11 – воздухоподогреватель; 12 – дымовая труба; 13 – дымосос; 14 – вентилятор рециркуляции горячих газов; 15 – забор воздуха; 16 – помещение блочного щита управления; 17 – паропроводы; 18 – конденсатные насосы; 19 – конденсатор; 20 – возбудитель электрогенератора

Компоновка должна обеспечивать:

- надежное, бесперебойное **энергоснабжение** потребителей;
- **условия для эксплуатации** ревизии, ремонта, монтажа и демонтажа оборудования, в том числе и санитарно-гигиенические;
- **безопасность** персонала, защиту окружающей среды при авариях, пожарную и взрывобезопасность;
- возможность **реализации проекта**, в том числе его архитектурно-конструктивной части, на площадке (с учетом этапов изготовления и транспортировки) современными доступными технологиями в оптимальные или заданные сроки,
- **индустриальные методы** его строительства и монтажа, ремонта оборудования. Предусматривают установку грузоподъемных механизмов (электрических мостовых кранов и др.) для обслуживания основного и вспомогательного оборудования;
- **высокие** технико-экономические показатели (**ТЭП**) главного корпуса и электростанции в целом, к числу которых в первую очередь относятся: удельные капиталовложения и объем строительно-монтажных работ (руб/кВт), себестоимость вырабатываемой энергии (руб/кВт-ч), срок окупаемости;
- **возможность модернизации** оборудования по завершении проектного срока службы, реконструкции здания, а также полный демонтаж с восстановлением на площадке условий «природной лужайки».

Перечисленное в приведенной формулировке весьма неопределенно и допускает самые различные решения. Часто **повышение степени «обеспечения»** по одной из позиций приводит к **ухудшению по другой**.

Повышение надежности и безопасности связано, как правило, с увеличением **стоимости**, ухудшением технико-экономических показателей.

Удовлетворение всем функционально-технологическим требованиям обычно сопровождается **усложнением, удорожанием** архитектурно-строительной части, и наоборот.



КОМПОНОВКА ГЛАВНОГО КОРПУСА ТЭС

Выбор принципиальных компоновочных схем осуществляется уже при разработке головных образцов основного оборудования, на начальных стадиях проектирования при технико-экономическом обосновании путем **сравнения различных вариантов**.

На этой стадии делаются попытки учесть также **ущерб** от возможных **аварий** по техногенным причинам, вследствие экстремальных природных воздействия, а также **затраты по ликвидации** электростанции по завершении срока ее эксплуатации.

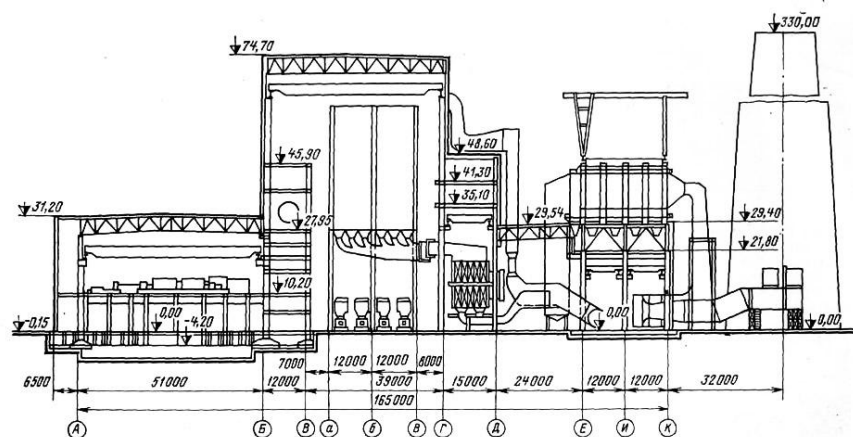
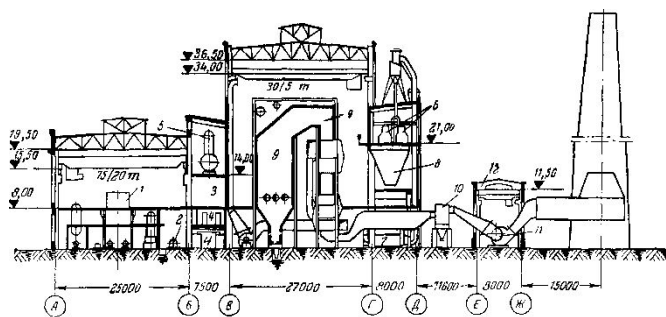


Рис. 3.8. Главный корпус Экибастузской ГРЭС-1. Разрез.

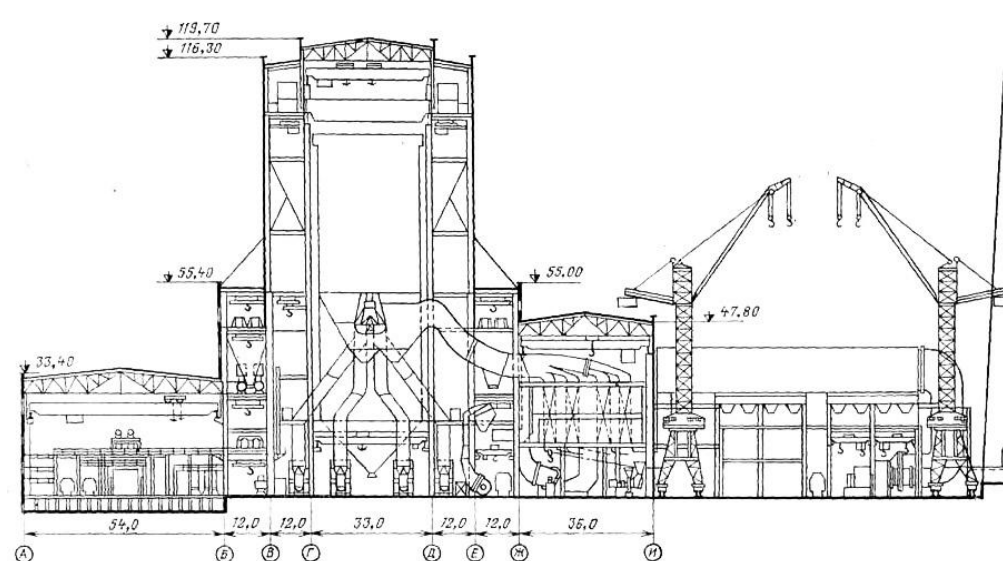
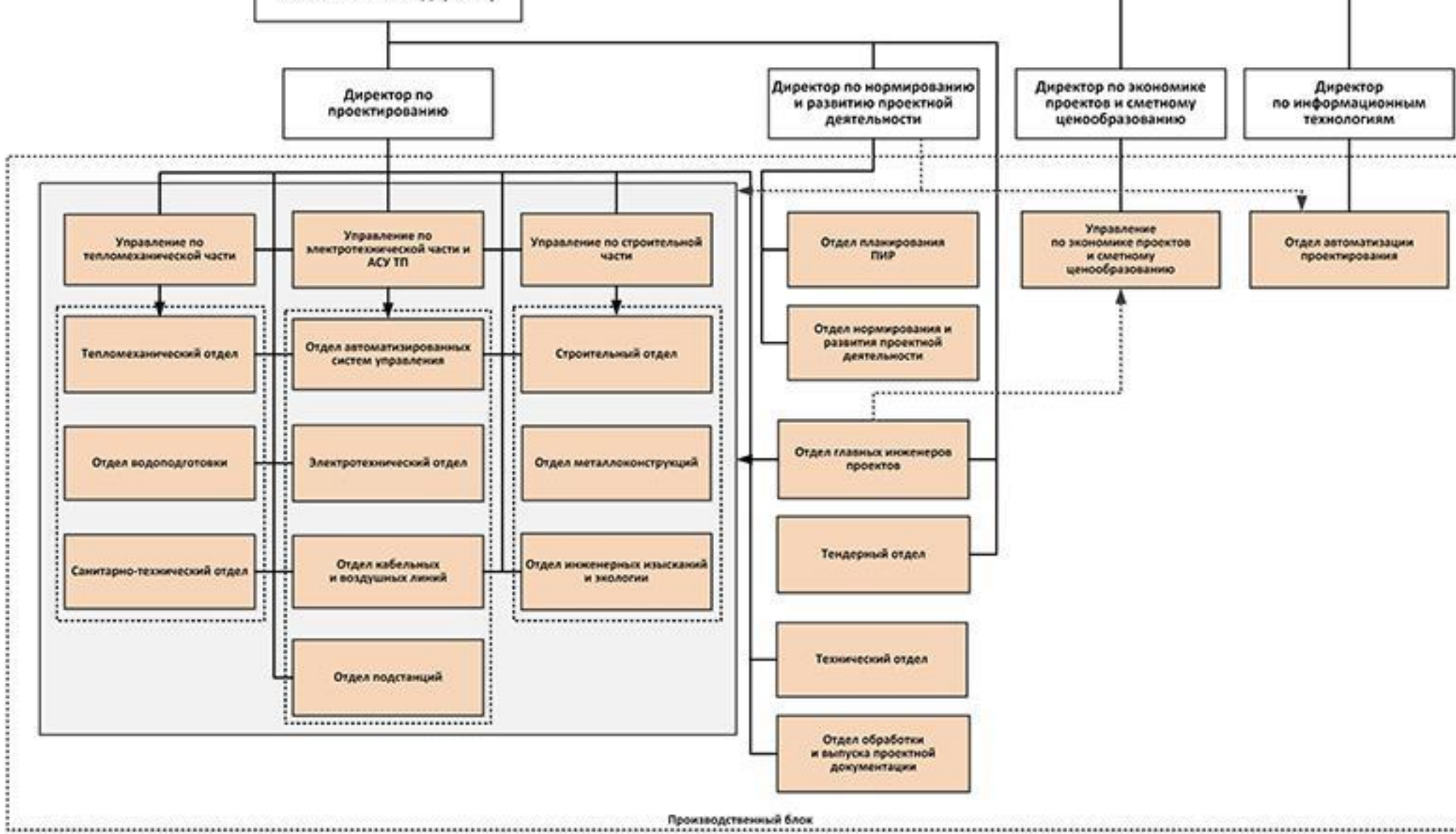


Рис. 3.12. Главный корпус Березовской ГРЭС-1. Разрез



КОМПОНОВКА ГЛАВНОГО КОРПУСА ТЭС

Среди **факторов**, от которых зависит компоновка, необходимо выделить следующие:

- **тип** электростанции, ее технологическая структура (блочная или неблочная);
- **количество и мощность** устанавливаемых энергоблоков (агрегатов);
- **вид** топлива и его характеристики;
- **габариты**, особенности конструктивно-компоновочного решения основного оборудования, в первую очередь котла, турбоагрегата, газотурбинной, парогазовой установки;
- **количество** и структура эксплуатационных **служб**, объем служебных помещений;
- **проектная надежность** работы оборудования, продолжительность и частота ремонтных периодов, необходимость специальных площадок и грузоподъемных механизмов.



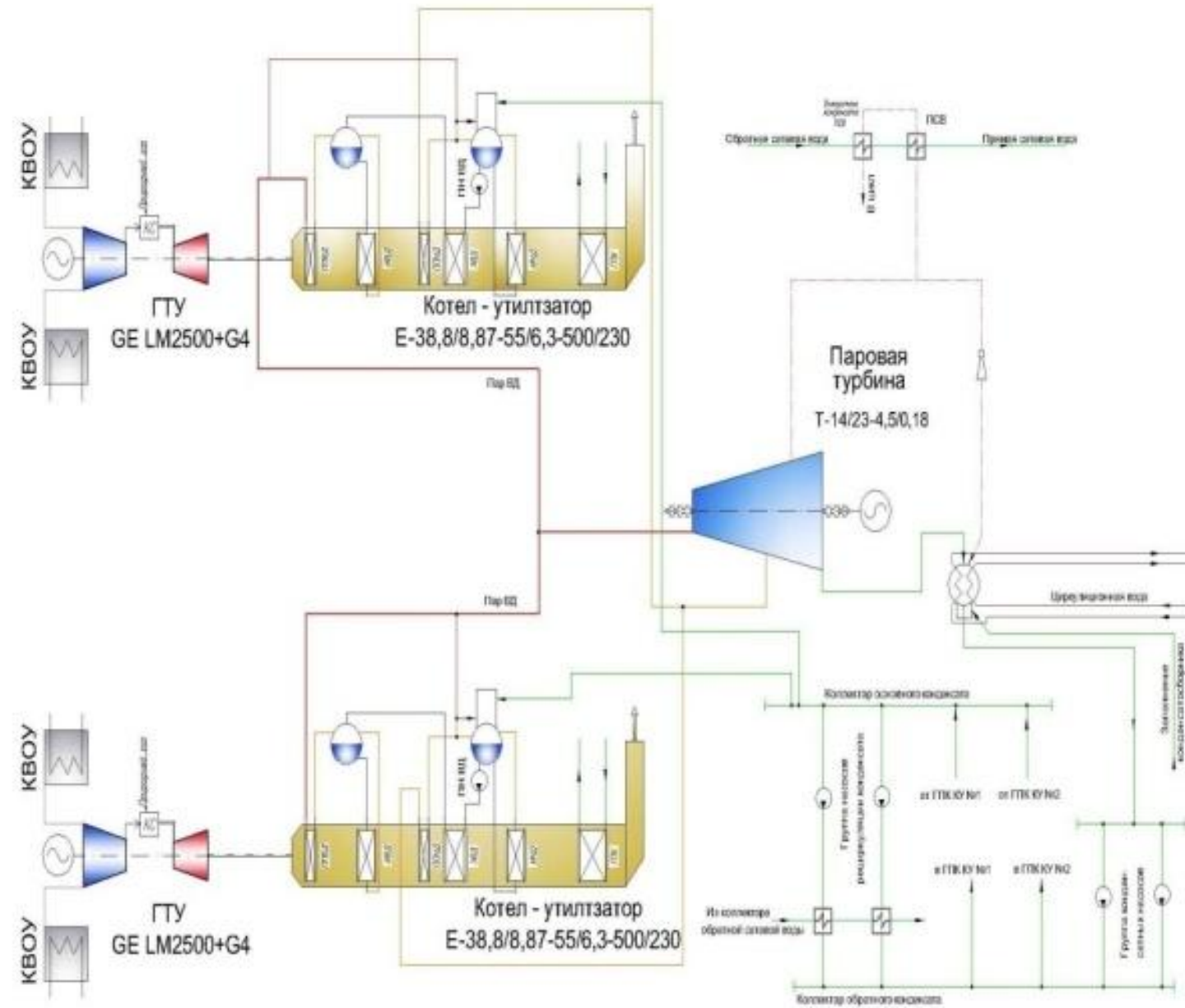
Принципиальная тепловая схема. Вариант 2.1 (ПГУ-90 дубль-блок целиком)

Тепловые схемы ТЭС по структуре:

- **блочными**, когда все основное и вспомогательное оборудование каждой турбоустановки ТЭС не имеет технологических связей с другими турбоустановками, т.е. **каждая турбина имеет снабжение паром только от своих котлов.**

Если за турбиной закреплен единственный котел, то такой энергоблок называется **моноблоком**, если два котла, то **дубль-блоком**;

- **неблочными**, что означает совместное снабжение паром группы турбин от группы общих котлов через **общую магистраль** пара; линии питательной воды этих котлов тоже соединяются; неблочную схему также называют **схемой с поперечными связями.**





Среднеуральская ГРЭС (1580 МВт + 1327 Гкал)

Основные **достоинства блочной схемы:**

- блочные ТЭС **дешевле** неблочных, так как уменьшается количество трубопроводов и арматуры;
- **облегчается управление** энергоблоком и его автоматизация; работа блока не влияет на соседние блоки;
- ТЭС с блочной схемой **удобнее расширять**, прежде всего турбоустановками более высоких параметров.

Главным достоинством электростанции с **неблочной** схемой является то, что **требования** к ней по надежности меньше, причем здесь может иметься «**скрытый**» резерв пара.

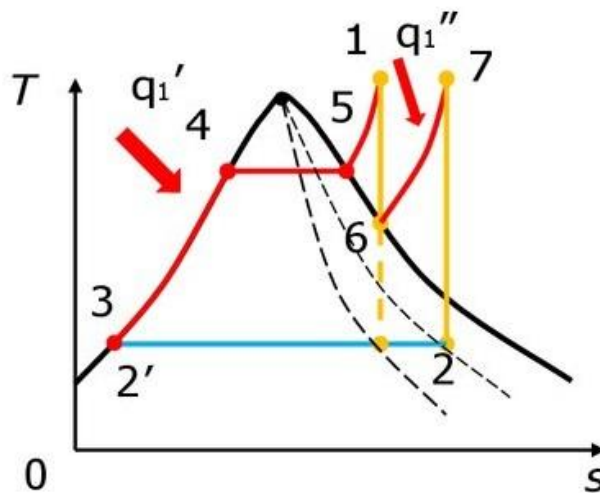
КОМПОНОВКА ГЛАВНОГО КОРПУСА ТЭС

Следовательно, на ГРЭС с начальным давлением пара 130 атм, а также на **ГРЭС и ТЭЦ** со сверхкритическими параметрами (**240 атм**) должна применяться **только блочная** схема.

Для **ТЭЦ** с давлением острого пара **не более 130 атм** характерны **неблочные** схемы, но в зависимости от состава и назначения оборудования возможно сочетание на одной ТЭЦ обеих тепловых схем одновременно.

На **АЭС** используются **только блочные** схемы - как из-за наличия промперегрева пара, так и по соображениям безопасности реакторной установки.

Промежуточный перегрев пара (вторичный)



- 1-6 расширение пара в ЦВД
- 6-7 промежуточный перегрев пара
- 7-2 расширение пара в ЦСД+ЦНД
- 2-2' конденсация пара в конденсаторе
- 2'-3 сжатие воды в питательном насосе
- 3-4 нагрев питательной воды до температуры кипения
- 4-5 генерация пара в котле
- 5-1 перегрев пара в пароперегревателе

КОМПОНОВКА ГЛАВНОГО КОРПУСА ТЭС

Опыт проектирования, строительства и эксплуатации ТЭС позволил достаточно **общие требования**, изложенные выше, **конкретизировать** на уровне взаиморазмещения оборудования, строительных конструкций, трассировки коммуникаций, расположения функциональных систем.

С известной степенью условности **специальные требования** можно разделить на следующие **группы**:

- **функционально-технологическая;**
- **архитектурно-конструктивная;**
- **эксплуатационная, санитарно-гигиеническая и охраны труда;**
- **надежности и безопасности;**
- **организационно-строительная;**
- **реконструкции и ликвидации объекта.**

В каждой из групп можно выделить наиболее важные требования, пожелания.



А. Функционально-технологическая группа

- Обеспечить по возможности **кратчайшее расстояние между паровым котлом и турбиной** с целью максимального сокращения протяженности наиболее ответственных и дорогостоящих трубопроводов;
- Обеспечить **минимальную протяженность воздухопроводов** от воздухоподогревателей к топке котла и в систему пылеприготовления;
- Обеспечить **симметричную по отношению к оси котла трассировку воздухо-, пылевоздуховодов, отходящих газопроводов рециркуляции дымовых газов**;
- Обеспечить **минимальные расстояния между цилиндрами низкого давления (ЦНД) турбины и конденсатором**;
- Обеспечить **минимальную разницу отметок конденсатора и источника водоснабжения**;
- Обеспечить **подпор воды на входе в группу бустерных-питательных насосов** примерно до 0,2 МПА (для КЭС на сверхкритических параметрах пара);
- Обеспечить **кратчайшее расстояние между генератором и повышающим трансформатором**.

Обеспечить высокие технико-экономические показатели компоновки:

- **расположение тяжелого оборудования на нулевой отметке** (снижение нагрузки на конструкции);
- **совмещение несущих конструкций здания и оборудования**, например каркаса главного корпуса и котла подвесной котел;
- **опирание перекрытий этажерки на каркас котла**;
- **ограничение пролетов** с целью приемлемого расхода металлоконструкций на фермы покрытия и стоимости мостовых кранов; пролеты главных корпусов в реализованных проектах не превышают 54 м;
- **использование для особо нагруженных элементов каркаса высокопрочных сталей, специальных профилей** и др;
- **полузакрытая компоновка**, когда в здании размещается турбоагрегат, тепломеханическое и некоторое другое оборудование, а также эксплуатационные службы; **котел устанавливается открыто** с легкими ограждающими конструкциями на его каркасе; в условиях нашего климата такое решение распространения не получило;
- размещение в одном здании **нескольких энергоблоков**.

Б. Архитектурно-конструктивная группа

- **Объемно-планировочное решение (компоновка) должно соответствовать принятой в строительстве модульной системе**, позволяющей широко использовать унифицированные конструкции заводского изготовления, промышленные методы строительства. (До недавнего времени : основной модуль **100 мм**, шаг колонн **12 м** (при обосновании **6 м**), пролеты **кратны 3 м**, а в этажерке (см. ниже) при обосновании **1,5 м**, высоты одноэтажных производственных зданий до низа несущих конструкций покрытий и высоты этажей многоэтажных производственных зданий кратны **0,6 м** и т.д.)
- **Архитектурно-конструктивное решение**, реализующее компоновку в строительной части, должно базироваться на современных **доступных материалах, конструкциях и технологиях** строительства.
- **Обеспечить высокие технико-экономические показатели компоновки**, которые в архитектурно-конструктивной части определяются стоимостью, расходом основных материалов и конструкций на: **1 м3 объема; 1 м2 площади** здания, **на кВт** установленной мощности;
- При размещении в здании нескольких энергоблоков обеспечить **четкое разделение объема здания на зону эксплуатации и зону строительства** на всем протяжении этапа сооружения ТЭС

В. Группы эксплуатационная, санитарно-гигиеническая и охраны труда

Г. Надежность, безопасность

Д. Организационно-строительная группа

Организационно-строительные требования к компоновке связаны с возможностью реализовать проект **с оптимальной затратой сил и средств в заданные сроки.**

Следующие компоновочные решения в наибольшей степени способствуют такой реализации:

- Позволяющие наиболее четко организовать **поточное строительство**, предпосылки которого заложены в формировании мощности электростанции из **идентичных энергоблоков.**
- Наилучшим образом это можно осуществить при размещении энергоблоков **в отдельных зданиях**, когда захваты-энергоблоки четко разделены в пространстве, т.е. **отсутствуют взаимные помехи** при производстве работ на соседних захватках.

Д. Организационно-строительная группа

- **Увеличивающие протяженность участков**, где можно расставить машины, механизмы, строительные бригады, возводящие объект, куда можно подать материалы, конструкции, оборудование, подлежащее монтажу.

С увеличением протяженности таких участков создаются предпосылки для интенсификации строительного процесса. Наилучшие условия создаются при размещении каждого энергоблока в своем здании.

Периметр энергоблока по ограждающим конструкциям здесь наибольший.

- **Сокращающие продолжительности периода**, когда один и те же транспортные пути, а часто и краны, используются для **подачи конструкций** и оборудования в монтаж (как правило, с взаимными помехами и потерями времени).

Продолжительность такого периода сокращается **с уменьшением числа энергоблоков**, размещаемых в одном здании.

Д. Организационно-строительная группа

- Приводящие к минимальным **ограничениям в последовательности** основных строительно-технологических процессов, т.е. позволяющие большее число элементов здания (оборудования) возводить (монтировать) одновременно.

С этих позиций **боковое размещение конденсатора предпочтительнее** нижнего. В последнем случае работы по возведению фундамента турбоагрегата, на плашке фундаментной плиты которого устанавливается конденсатор, и работы по монтажу турбины, генератора и конденсатора строго увязаны между собой. **При боковом конденсаторе** возведение фундаментов, монтаж конденсатора и турбоагрегата могут осуществляться **параллельно**.

- Д.5. Позволяющие осуществлять **перебазировку** машин и механизмов с захватки на захватку, с блока на блок **с минимальной затратой** средств и времени.

Необходимо **избегать** компоновочных решений, при которых краны, особенно тяжелые, большой грузоподъемности приходится размещать **на** частично или полностью **возведенных строительных** конструкциях. Предпочтительнее размещать краны, особенно со стационарными путями, **вне периметра здания**. Исключения могут иметь место для большепролетных зданий, **когда краны располагаются в пролете и используются для монтажа основных элементов каркаса способом «на себя»**.

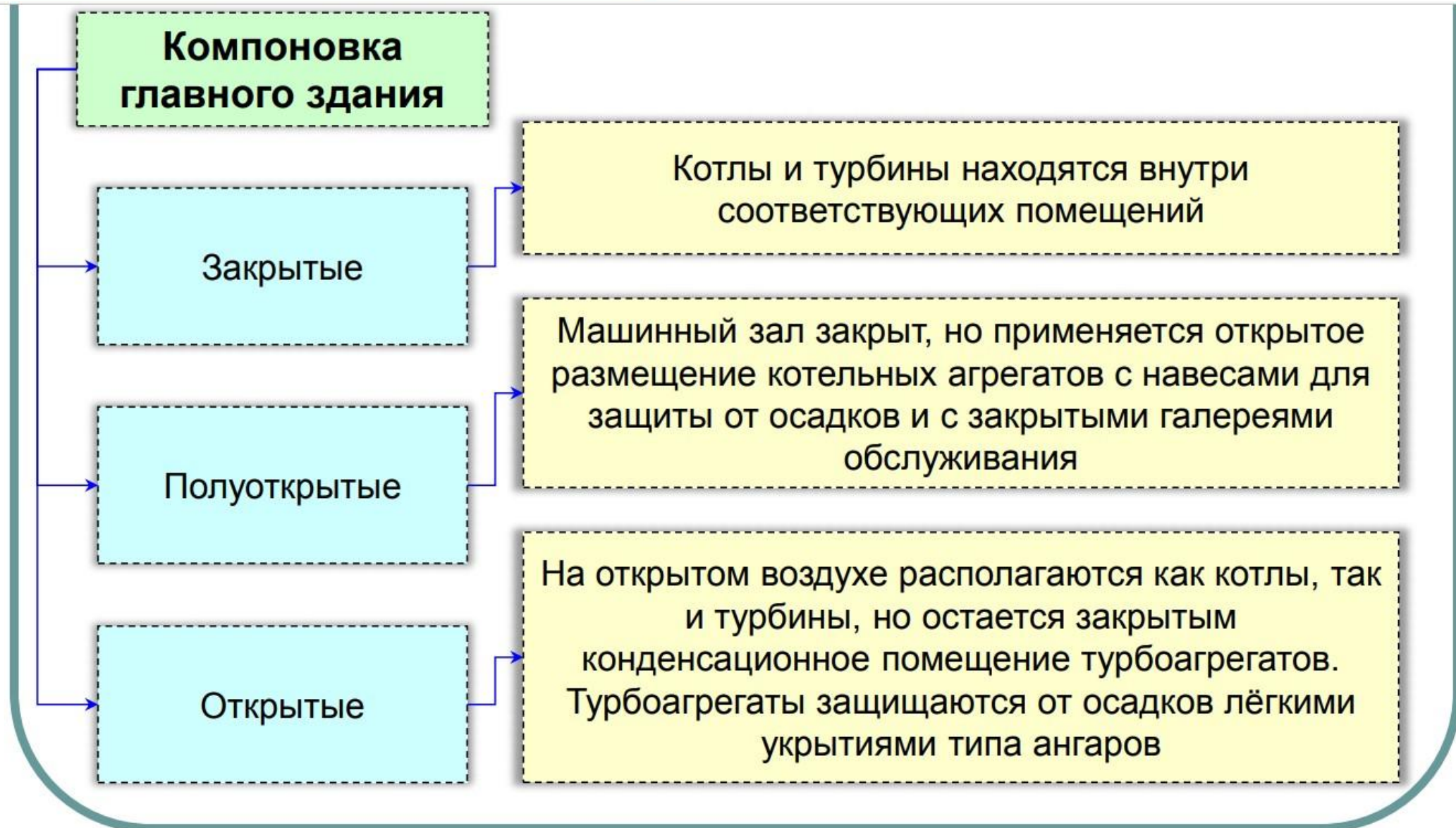
Д. Организационно-строительная группа

- С **минимальным количеством монтажных элементов**, узлов по основным несущим и ограждающим конструкциям, что обеспечивает снижение трудозатрат на монтаже, минимальную продолжительность возведения «коробки», позволяя продолжать строительно-монтажный процесс внутри здания в благоприятных условиях.

Так, двухпролётный поперечник главного корпуса предпочтительнее трёхпроцентного, а 12-метровый шаг основных несущих конструкций каркаса предпочтительнее 6-метрового, хотя и приводит к некоторому увеличению расхода материалов.

- Решения, позволяющие на всех этапах строительства от пуска первого до ввода в эксплуатацию последнего энергоблока **четко выделить** в пространстве, на площадке **строящуюся часть** комплекса ТЭС, главного корпуса, с организацией основных транспортных путей для подачи материалов, оборудования, временных коммуникаций электро-, водо-, тепло-, газоснабжения и др.

По ряду перечисленных пунктов условия для организации и производства строительно-монтажных работ **улучшаются с уменьшением числа энергоблоков** в одном здании. Крайне важной и не решенной до сих пор **задачей** является определение оптимального количества энергоблоков в одном здании в зависимости от совокупности исходных параметров, с учетом всех факторов, влияющих на решение.





Невинномысский
рабочий

КОМПОНОВКА ГЛАВНОГО КОРПУСА ТЭС

- В современных компоновках главного здания применяется **параллельное размещение** котельного и турбинного отделений с **однорядным расположением котлов и турбин**. При этом достигается **минимальная длина трубопроводов**, удельный строительный объём и стоимость строительной части главного здания, а также удобство в обслуживании оборудования.

Возможны два способа размещения турбин в машинном зале – **продольное и поперечное**.

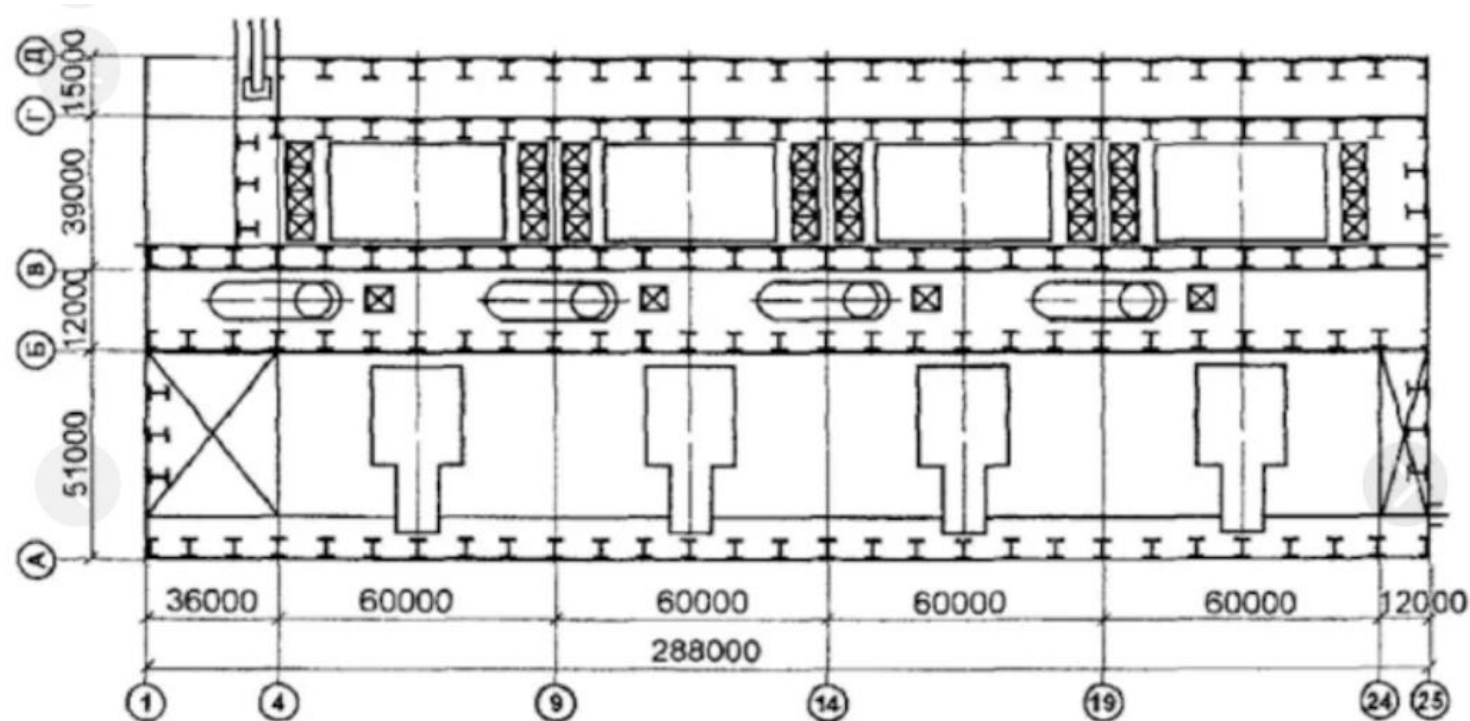
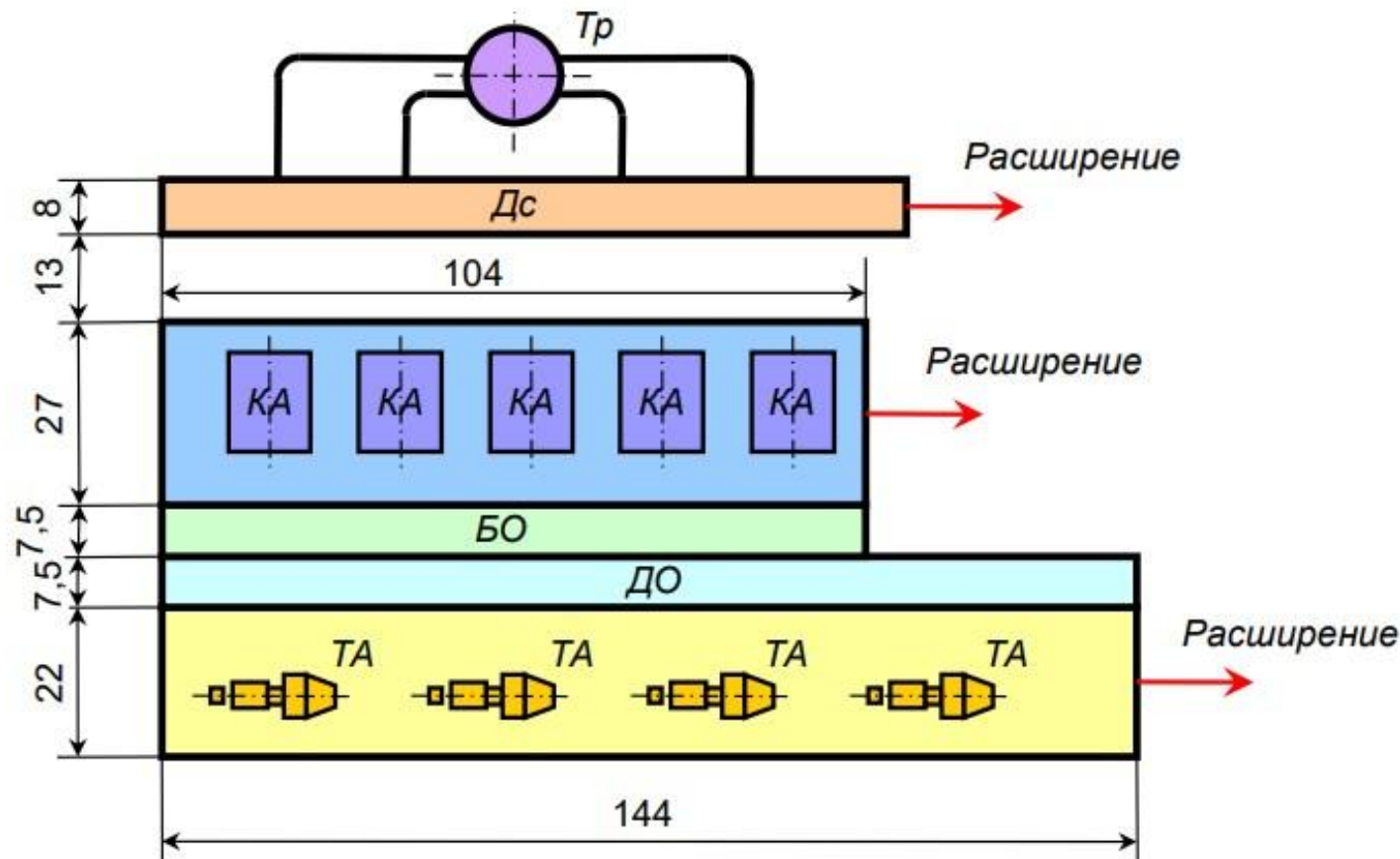


Рис. 3.13. Пример компоновки плана главного корпуса ТЭС.

В первом случае **меньше пролёт** турбинного отделения и дешевле его перекрытие и мостовой кран. Но турбинное отделение получается **длиннее котельного** и при расширении размеры первого увеличиваются быстрее размеров второго.

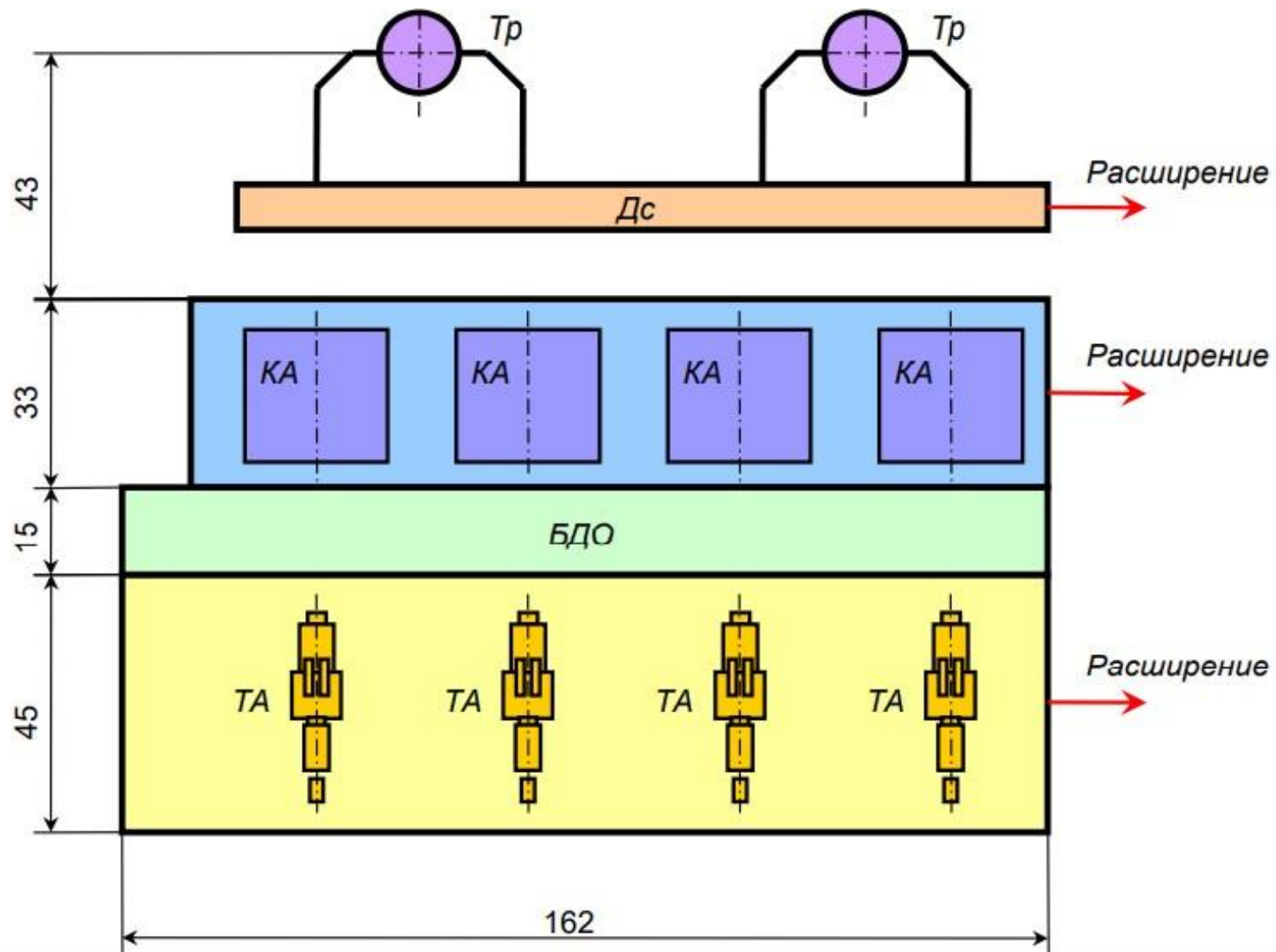
КОМПОНОВКА ГЛАВНОГО КОРПУСА ТЭС

ПРОДОЛЬНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ ТУРБИН В ГЛАВНОМ КОРПУСЕ ТЭС



ТА – турбоагрегат; КА – котельный агрегат; Дс – дымососы; Тр – дымовая труба;
 БДЭ – бункерно-деаэрационное отделение; БЭ – бункерная этажерка;
 ДЭ – деаэрационная этажерка

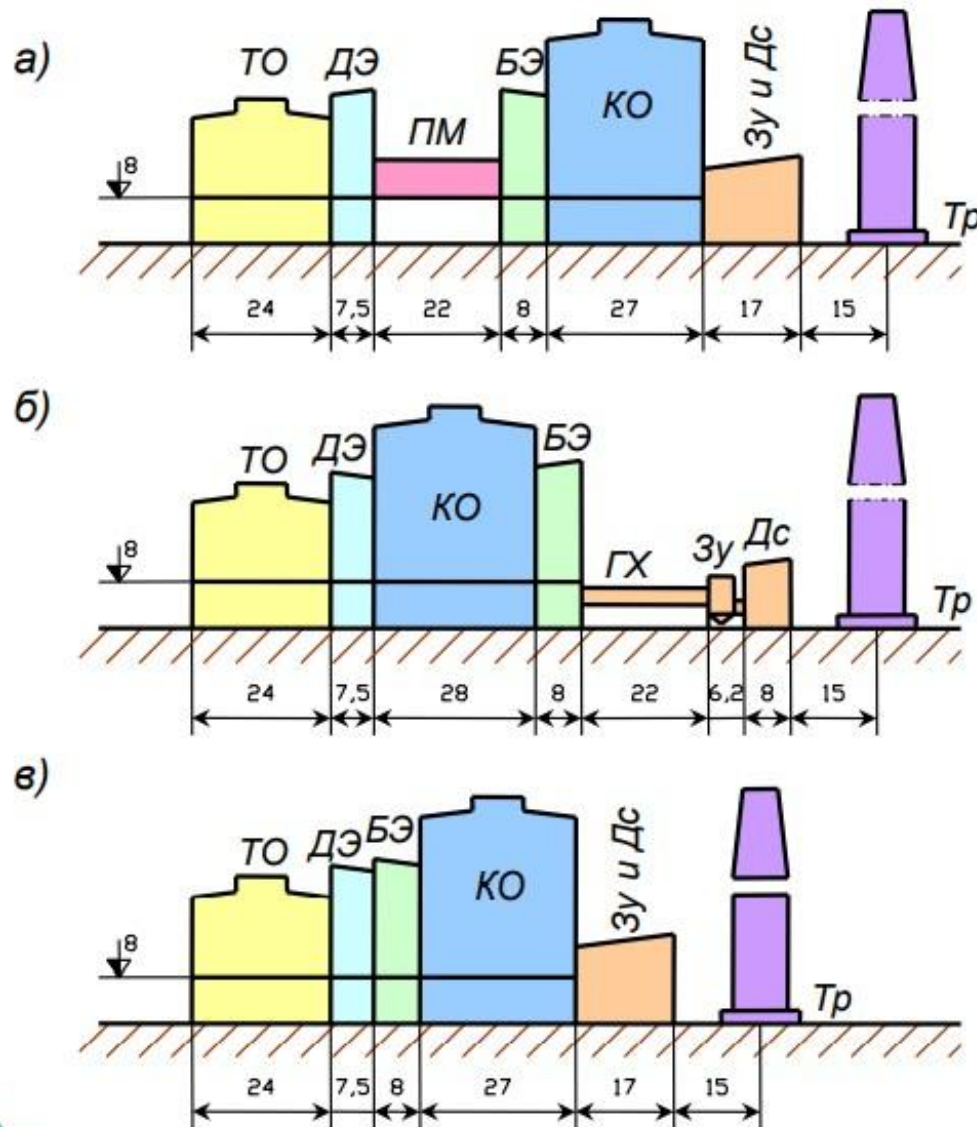
КОМПОНОВКА ГЛАВНОГО КОРПУСА ТЭС



**ПОПЕРЕЧНОЕ
РАСПОЛОЖЕНИЕ
ТУРБИН В
ГЛАВНОМ
КОРПУСЕ ТЭС**

КОМПОНОВКА ГЛАВНОГО КОРПУСА ТЭС

ВАРИАНТЫ КОМПОНОВОК ГЛАВНЫХ КОРПУСОВ ТЭС



а – разомкнутая;
 б – сомкнутая с наружным бункерным отделением;
 в – сомкнутая с внутренним бункерным отделением

ТО – турбинное отделение;
 ДЭ – деаэрационная этажерка;
 ПМ – переходные мостики;
 БЭ – бункерная этажерка;
 КО – котельное отделение;
 Зу – золоуловители;
 ГХ – газоходы;
 Дс – дымососы;
 Тр – дымовая труба.

Разомкнутая удобнее, лучше освещение и вентиляция, но **больше площадь и длина трубопроводов**, а соответственно капитальные и эксплуатационные затраты.

С **внешним бункерным** отделением обеспечивается **естественное освещение и вентиляция**, короткие трубопроводы но усложняется отвод дымовых газов и удлиняются газоходы котла.

Компоновка с **внутренним бункерным** отделением – **основная и имеет минимальный удельный объём**.

В главном корпусе электростанций с энергоблоками **150, 210 и 300 МВт деаэрационное и бункерное отделения совмещены**, точнее, деаэраторы с их баками устанавливают в бункерном помещении, между бункерами соседних энергоблоков, под верхним этажом с ленточными конвейерами, подающими топливо в бункера котельной. Такое промежуточное помещение называют **бункерно-деаэрационным**.

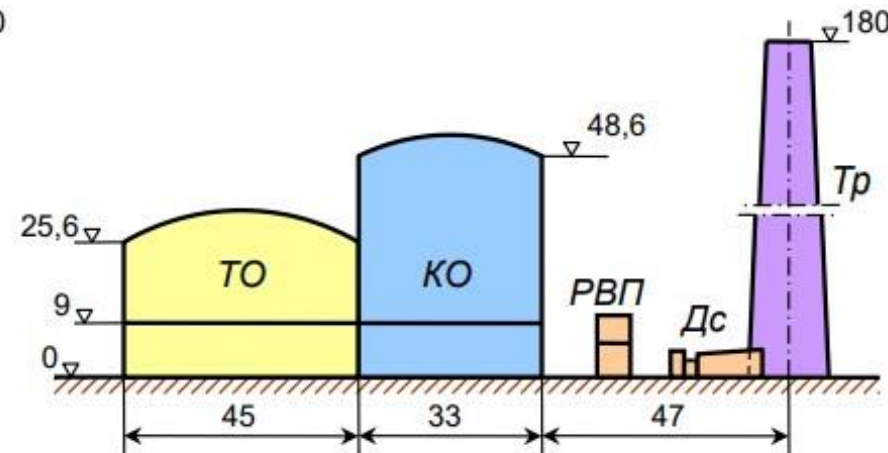
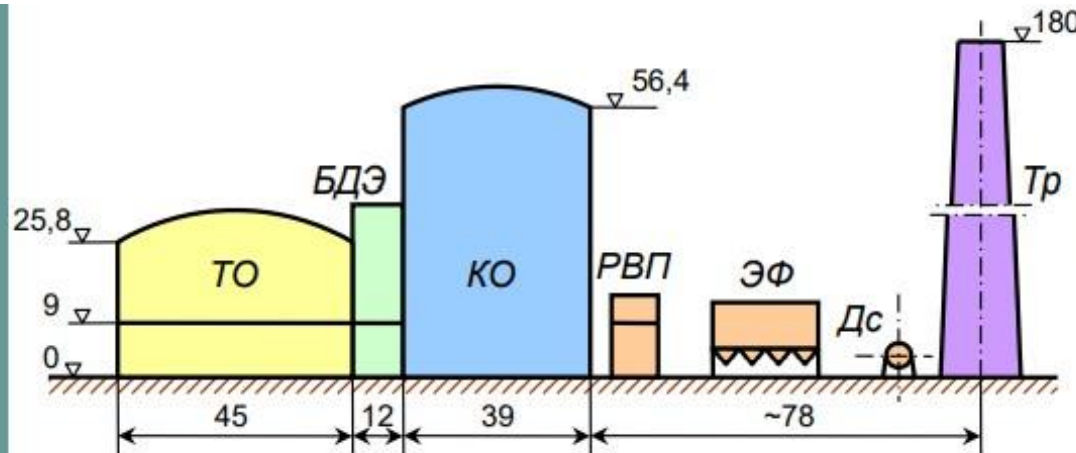
Встречаются компоновки ТЭС на газомазутном топливе **без промежуточного помещения**; **деаэраторы** с баками устанавливают при этом **на специальных площадках** внутри котельной на высоте около 25 м.

Более половины капитальных **затрат** на электростанцию приходится на **оборудование и строительную часть главного корпуса**.

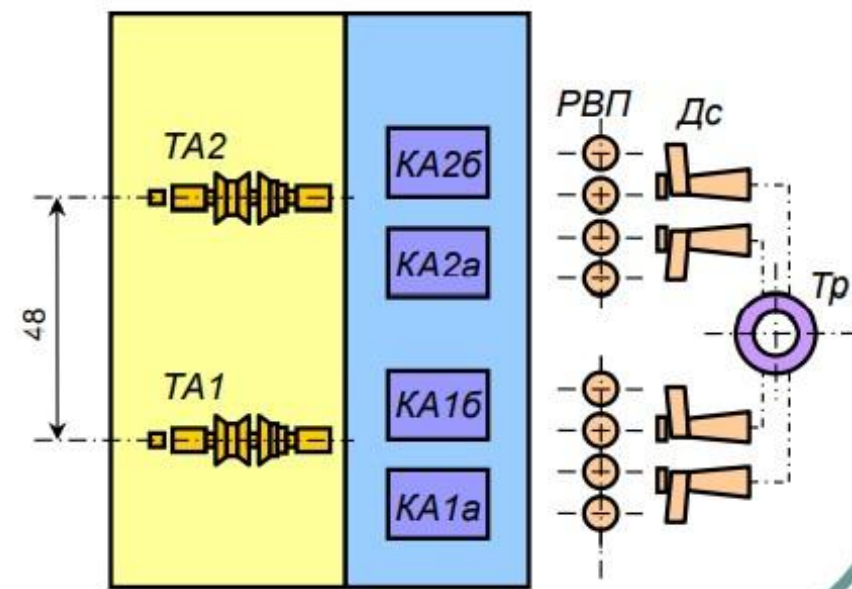
КОМПОНОВКА ГЛАВНОГО КОРПУСА ТЭС

КОМПОНОВКА ГК БЛОЧНЫХ ТЭС

Для сокращения
длины трубопроводов
совмещают
бункерное и
деаэраторное
отделения (при
работе **на угле**) или
отказываются от
отдельного
помещения (при
работе **на газе** или
мазуте)



ТО – турбинное отделение;
БДЭ – бункерно–деаэраторная
этажерка;
КО – котельное отделение;
ЭФ – электрофильтры;
РВП – регенеративные
воздухоподогреватели;
Дс – дымососы;
Тр – дымовая труба.



КОМПОНОВКА ГЛАВНОГО КОРПУСА ТЭС

НОВОСИБИРСКАЯ
ТЭЦ-5



КОМПОНОВКА ГЛАВНОГО КОРПУСА ТЭС

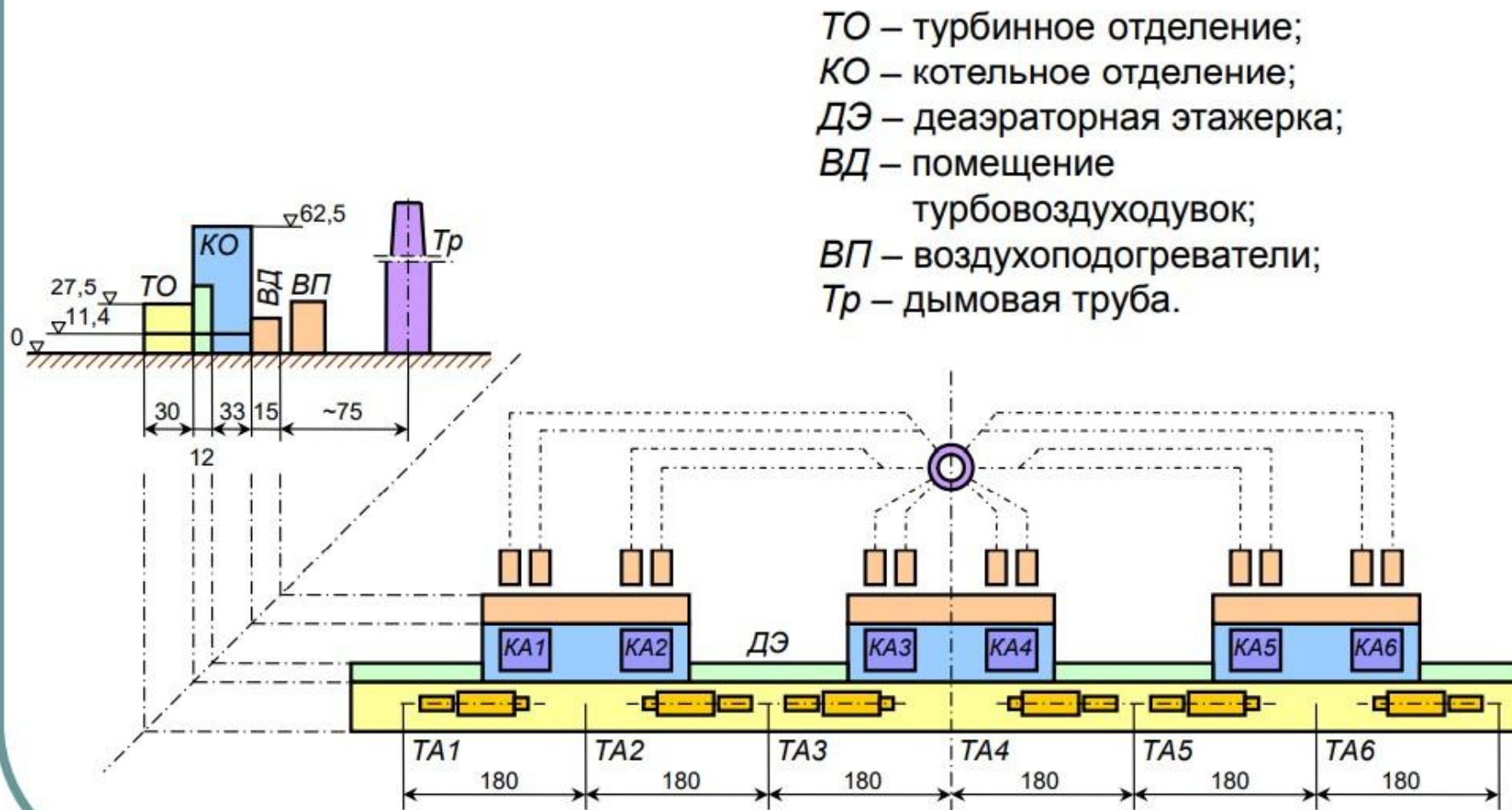
ПАРНО-ЗУБЧАТАЯ КОМПОНОВКА ГК ТЭС

При больших мощностях блоков (800, 1200 МВт) пролёта турбинных отделений не хватает для размещения оборудования, поэтому приходится искать другие решения.

Каждая часть КО оборудуется мостовым краном, котлы устанавливаются парами.

Встречное расположение турбин - минимизация длины трубопроводов и удобство обслуживания.

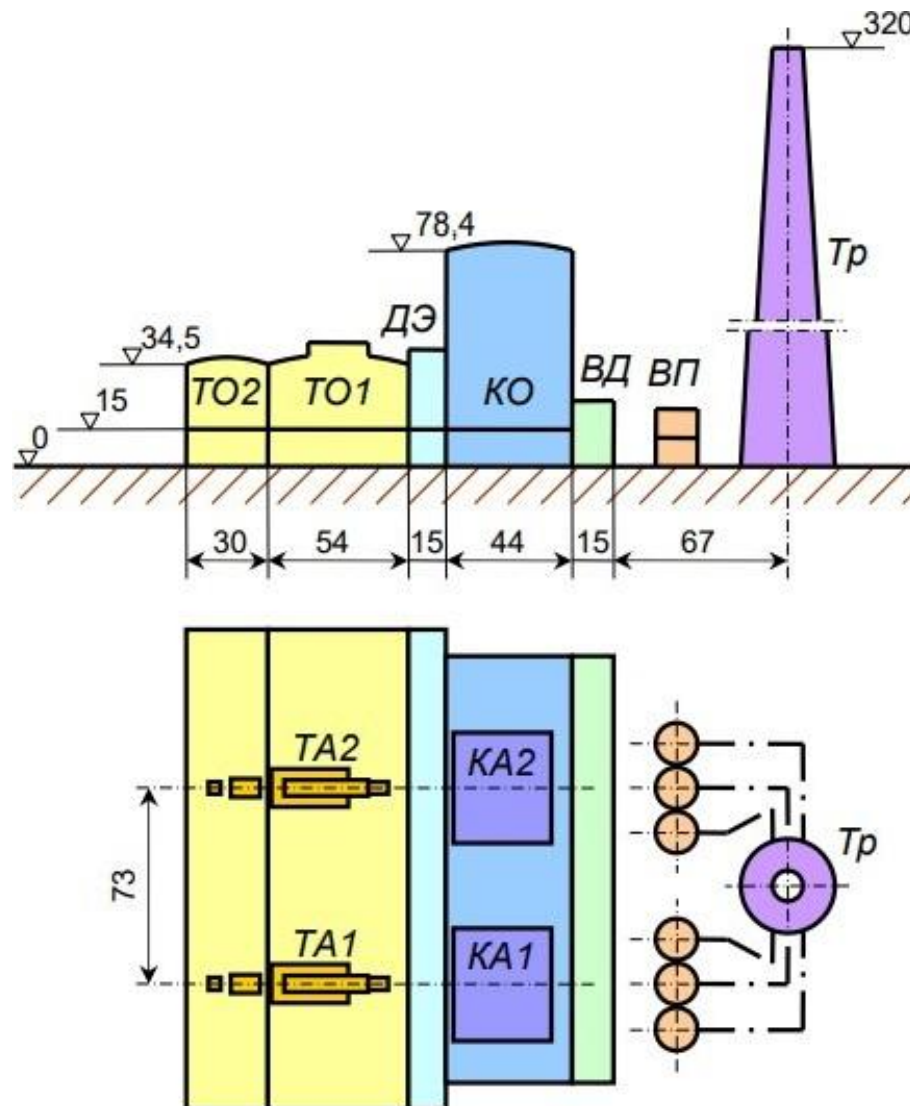
Пространство между КО используется для открытого размещения трансформаторов



КОМПОНОВКА ГЛАВНОГО КОРПУСА ТЭС

КОМПОНОВКА ГК ТЭС С ДВУХПРОЛЕТНЫМ ТУРБИНЫМ ОТДЕЛЕНИЕМ

Двухпролётная компоновка при поперечном расположении турбоагрегатов приводит к **снижению стоимости КО**, отсутствуют промежуточные стеновые ограждения, но **стоимость ТО** и грузоподъёмность его механизмов **возрастают**.



ТО1 – главный пролёт турбинного отделения;
 ТО2 – вспомогательный (второй) пролёт турбинного отделения;
 ДЭ – деаэрационная этажерка;
 КО – котельное отделение;
 ВД – помещение турбовоздуходувок;
 ВП – воздухоподогреватели;
 Тр – дымовая труба.

