

ЛЕКЦИЯ 7

2) Мазутные хозяйства ТЭС

Основное назначение мазутного хозяйства ТЭС – обеспечение бесперебойной подачи к котлам подогретого и отфильтрованного мазута в необходимом количестве и с соответствующими давлением и вязкостью.

Типы мазутных хозяйств по назначению:

а) основное мазутное хозяйство

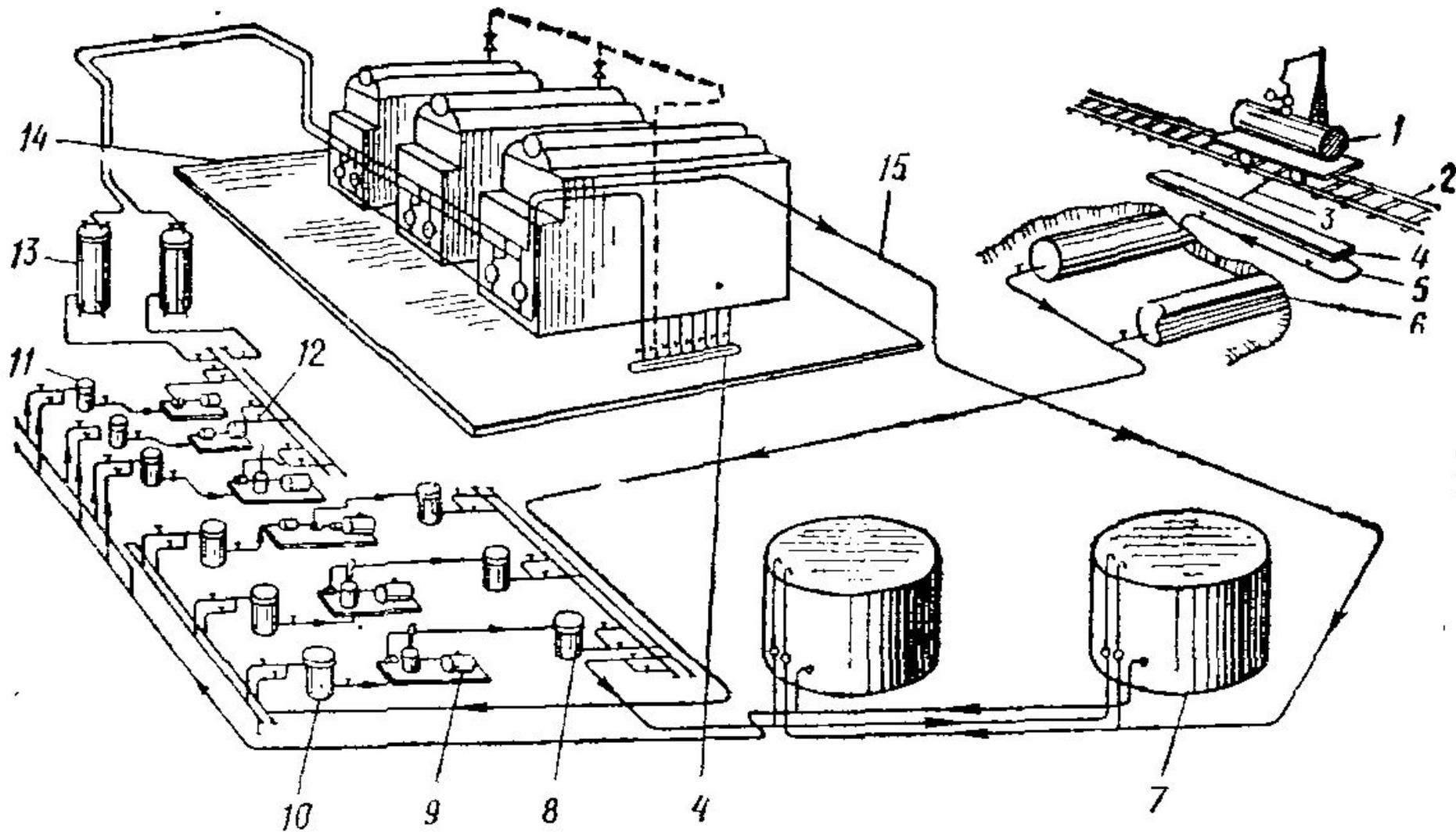
б) резервное мазутное хозяйство сооружается на ТЭС, для которых основным топливом является газ, а мазут сжигается в периоды его отсутствия;

в) растопочное мазутное хозяйство предусматривается на ТЭС, использующих твердое топливо при камерном способе сжигания. Мазут служит для растопки и подсвечивания факела в топках котлов.

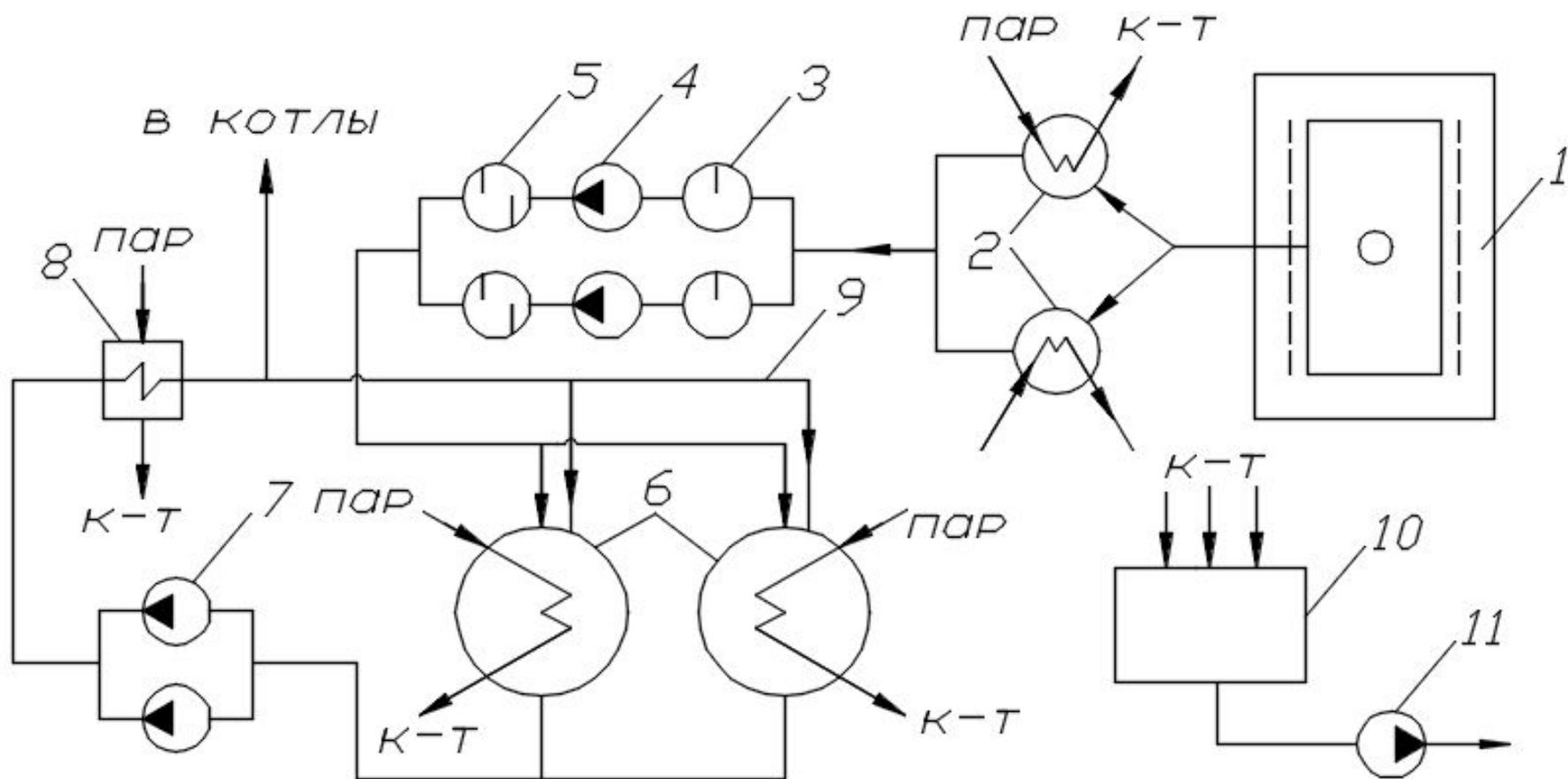
Способы доставки мазута:

- 1) железнодорожными цистернами;**
- 2) нефтеналивными судами
(при расположении котельной вблизи
судоходной реки);**
- 3) по трубопроводам (для ТЭС,
расположенных не дальше 20 км
от нефтеперерабатывающего завода).**

Общий вид мазутного хозяйства



Типовая схема мазутного хозяйства



Слив мазута из цистерн производится на сливных эстакадах, оборудованных устройствами для разогрева цистерн. Из цистерны мазут течет самотеком по лоткам (желобам) в приемные баки. По дну лотков проложены паропроводы.

Из приемных баков мазут перекачивается мазутными насосами через фильтры грубой и тонкой очистки в основные мазутохранилища.

Из основных хранилища по мере необходимости насосами 2-го подъема мазут подается к котлам через подогреватели. Часть разогретого мазута направляется по линии рециркуляции в баки-хранилища для разогрева находящегося там мазута. Рециркуляция мазута предназначена для предупреждения застывания мазута в трубопроводах при снижении или прекращении его потребления.

Приемные и основные резервуары снабжены трубчатыми паровыми подогревателями для поддержания необходимой температуры мазута 70 °С.

Методы разогрева мазута при сливе из цистерн

Прогрев всей массы топлива в цистерне

Открытый способ

Рециркуляционный подогрев

Переносные подогреватели

Виброподогреватели

Локальный прогрев пристенного слоя топлива

Тепляки

Паровая рубашка

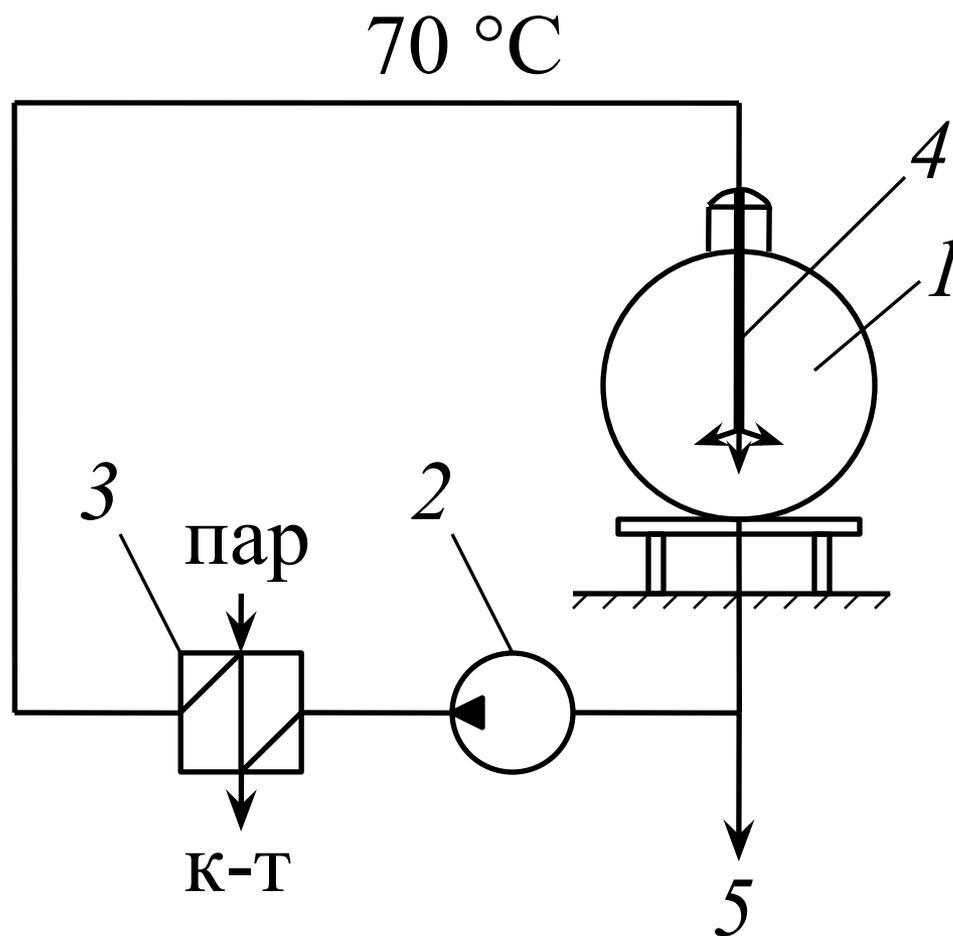
Электроиндукционный обогрев

Инфракрасный обогрев

Слив с подогревом *открытым* способом заключается в непосредственном вводе пара в цистерны. Расход пара на разогрев составляет 2,5 т/ч на цистерну, т. е. около 5 % массы мазута. Основные недостатки разогрева мазута *открытым* способом заключаются в его обводнении и в продолжительности слива до 6 ч.

**При использовании
рециркуляционного подогрева
перед сливом в цистерну опускается
переносной паровой подогреватель
для прогрева сливных устройств. Затем
мазут насосом подается в наружный
теплообменник, далее он
перекачивается обратно в цистерну.
Подогретый мазут
из цистерны откачивается насосом,
частично сливается в приемные баки,
частично снова направляется в
теплообменник.**

Рециркуляционный подогрев

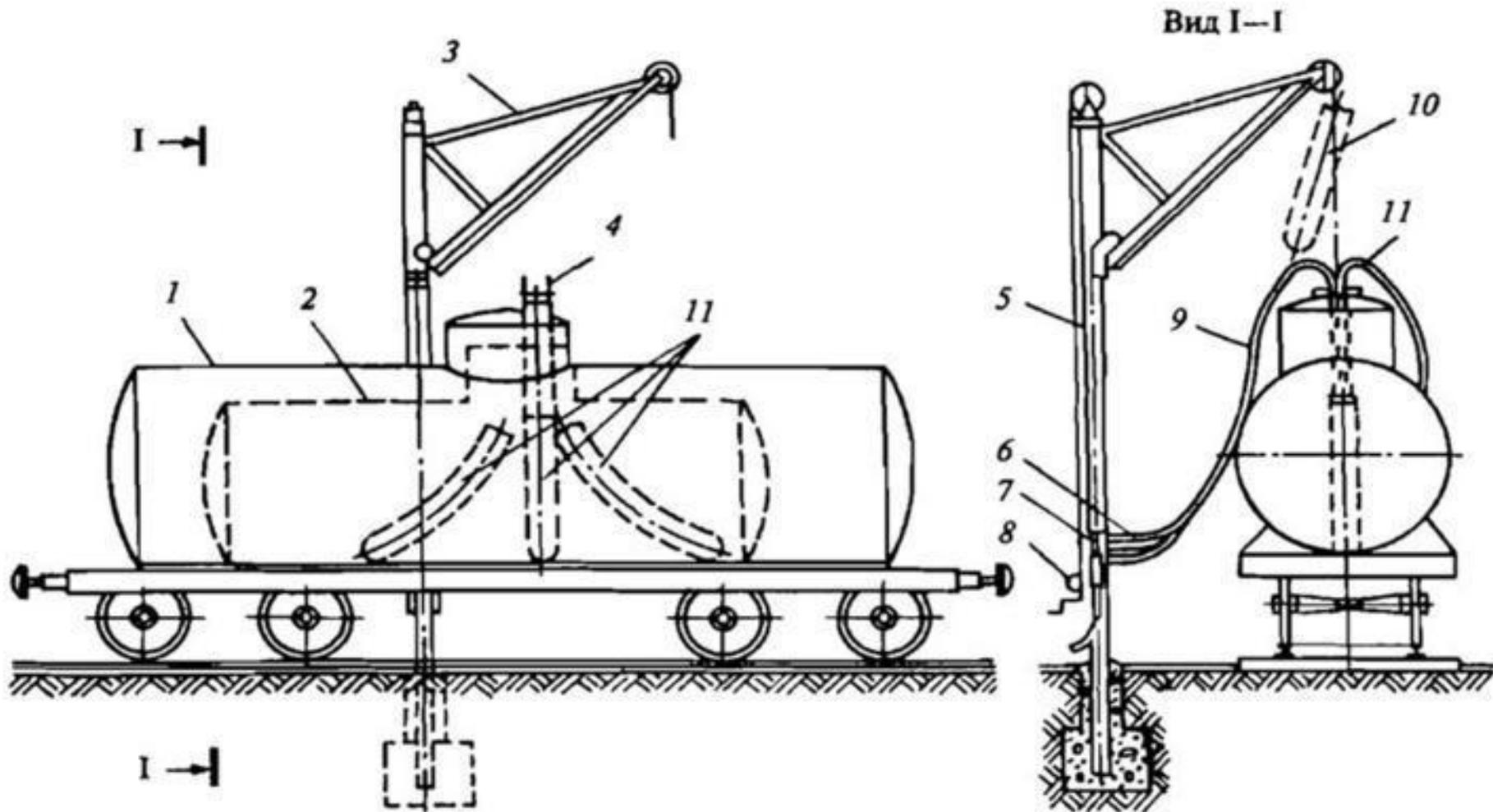


- 1 – цистерна;
- 2 – мазутный насос;
- 3 – паровой подогреватель;
- 4 – устройство с раскладывающимися трубами-соплами;
- 5 – в приемные баки

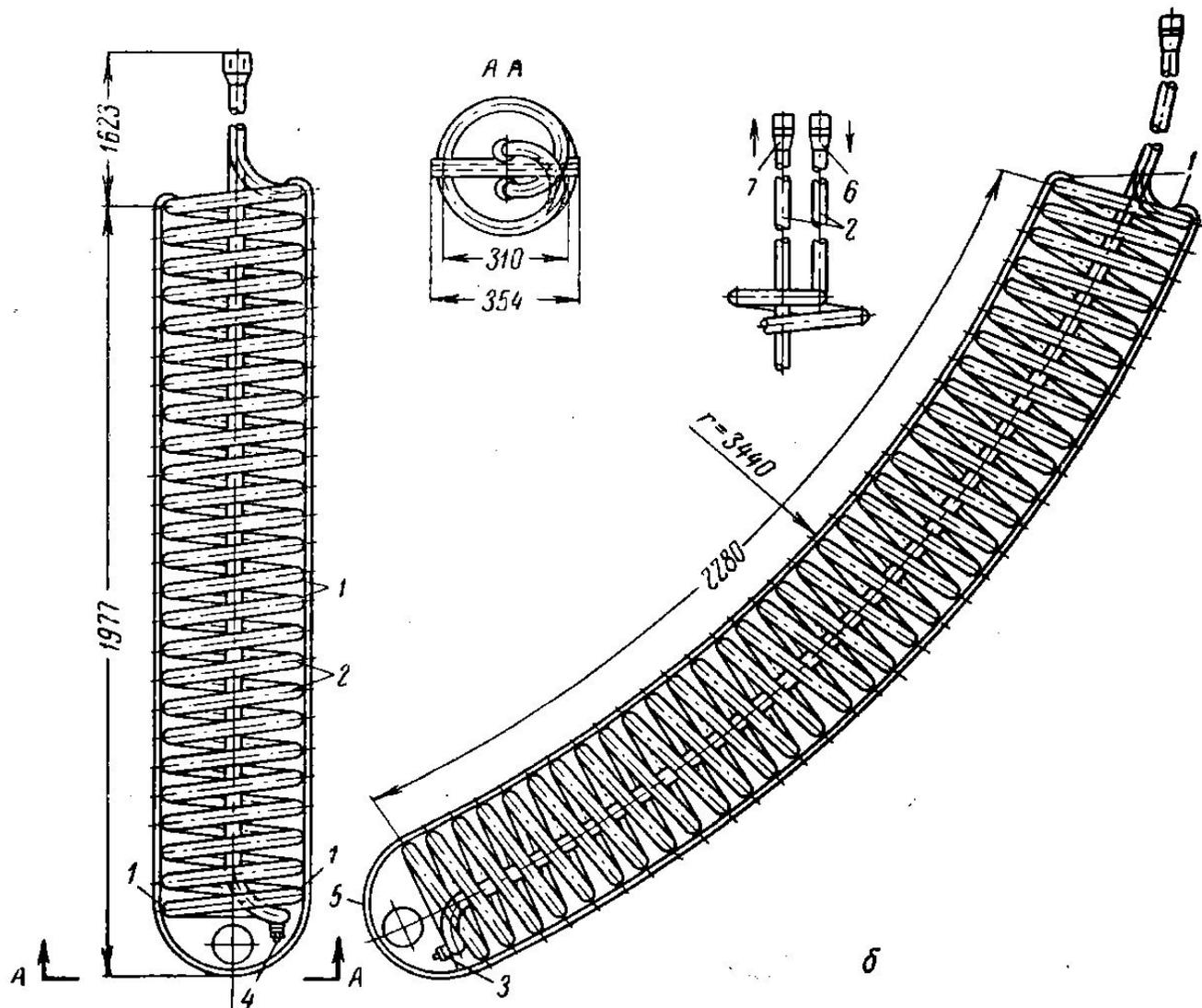
Применение *переносных* подогревателей ограничено конструктивной особенностью железнодорожных цистерн – малыми размерами люков. Подогреватели опускаются в цистерну через люк. Теплоносителем в подогревателях служит пар. Этот метод малоэффективен по времени слива мазута и широкого применения не нашел.

В цистерне остается часть холодного мазута (0,5–1,5 т).

Переносные подогреватели



Секция подогревателя

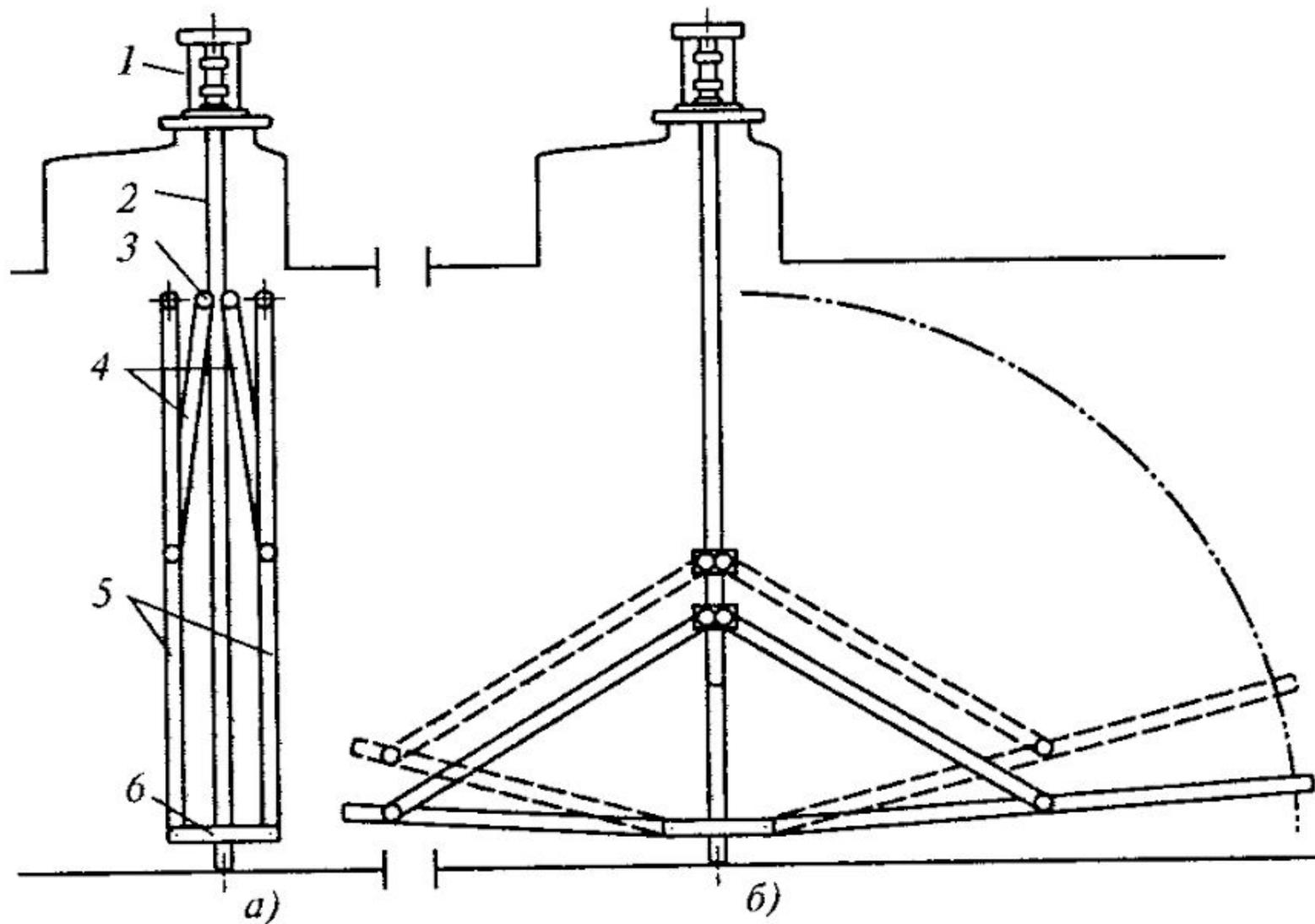


Вибрация – весьма эффективное средство для уменьшения вязкости.

При сливе мазута из цистерн нашли применение *виброподогреватели*.

Подогреватель помещается в цистерну через люк. Цистерна мазута вместимостью 50 м³ нагревается виброподогревателем от 0 до 60 °С за 3,5 часа.

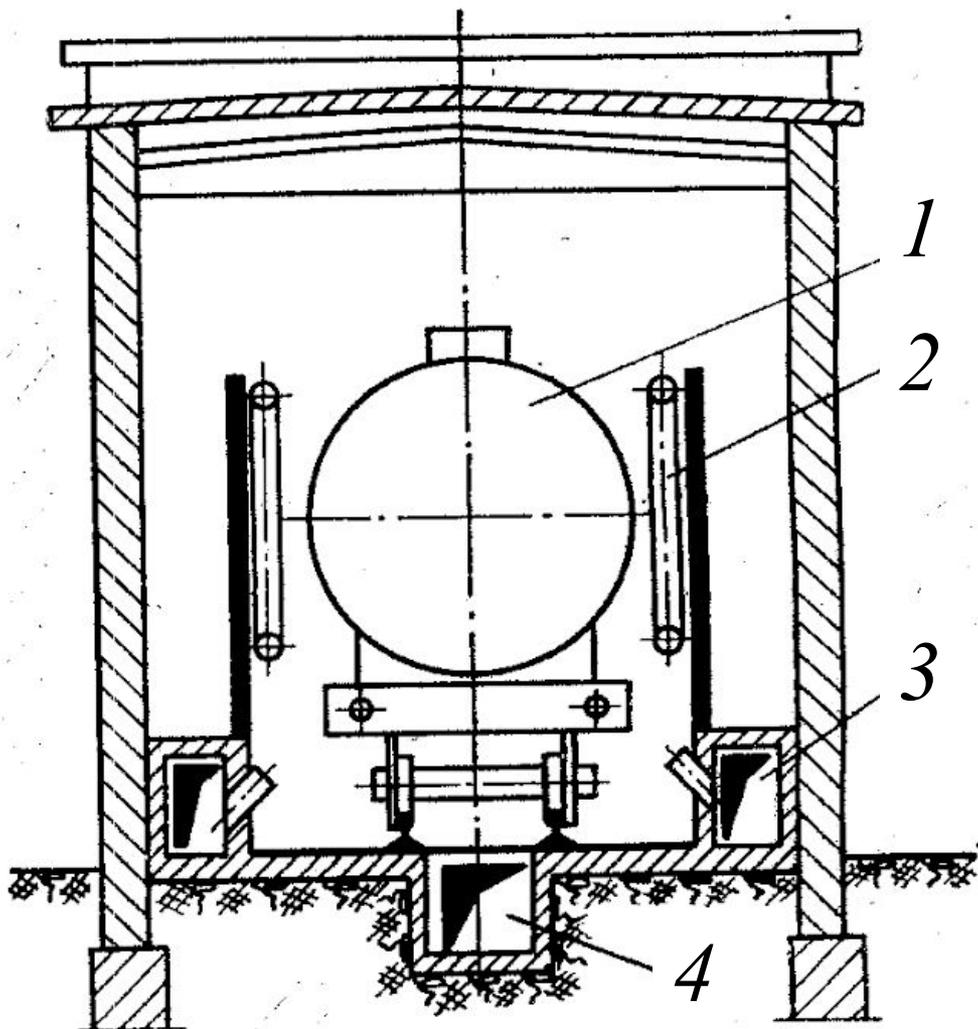
Виброподогреватель



В *тепляках* железнодорожные цистерны разогреваются горячим воздухом с температурой до 125 °С.

Тепляк представляет собой помещение с железнодорожными путями. Мазут сливается в расположенный под железнодорожными путями приемный лоток. Для облегчения дальнейшего его транспорта приемный лоток по дну и боковым стенкам обогревается

Тепляк с комбинированным подводом теплоты



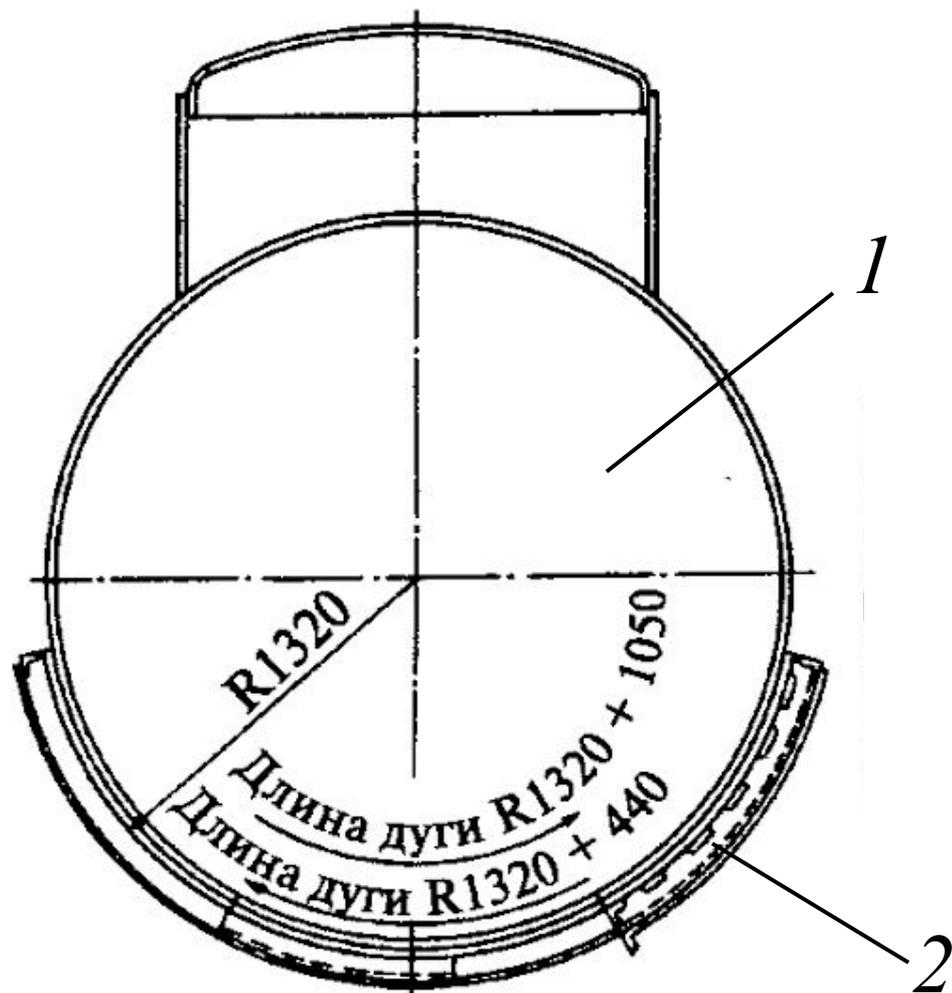
- 1* – цистерна;
- 2* – трубчатые
панели,
обогреваемые паром;
- 3* – короб горячего
воздуха;
- 4* – сливной лоток

***Паровая рубашка* образована стальными листами и надевается на нижнюю поверхность цистерны снаружи по всей ее длине. В рубашку подается пар.**

За несколько минут температура стенки обогреваемой части повышается до 80°C ,

и холодный мазут начинает скользить по горячей поверхности к сливному патрубку. Расход пара для этого метода в 1,5–2 раза меньше, чем при открытом обогреве цистерн.

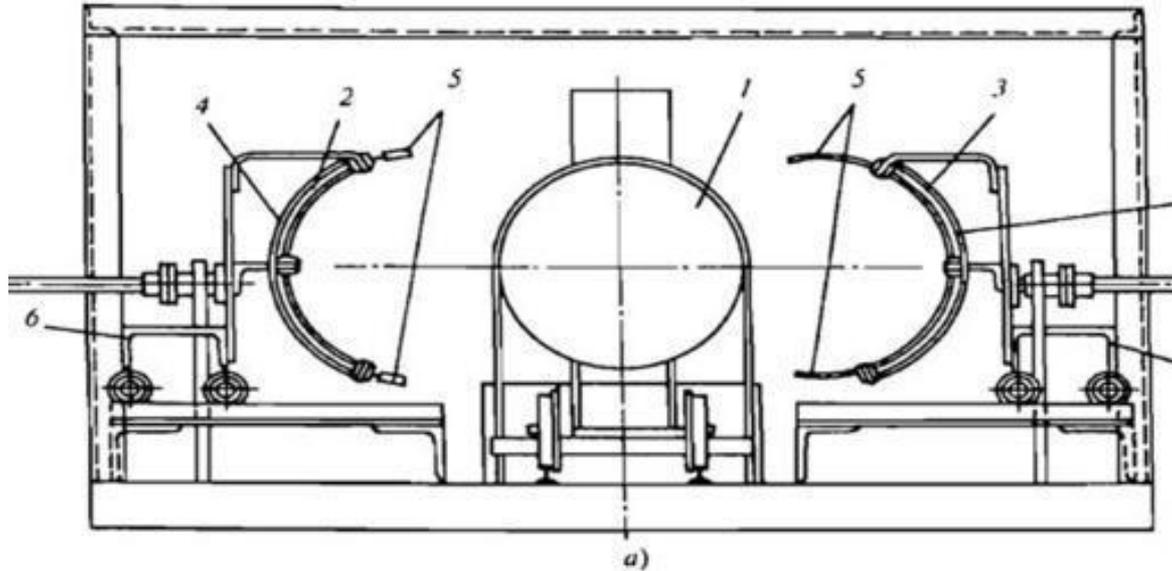
Цистерна с паровой рубашкой



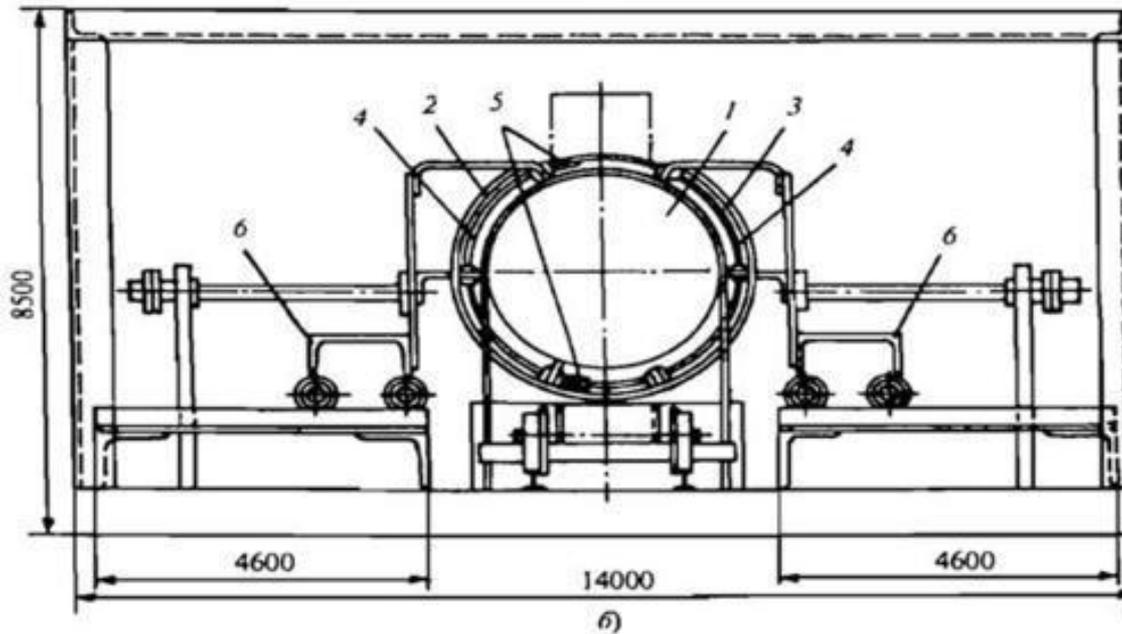
1 – цистерна;
2 – паровая рубашка

Электроиндукционный обогрев
производится при помощи соленоида,
выполненного в виде двух отдельных
полуцилиндров, между которыми
помещается цистерна. На
полуцилиндрах смонтирована
электрообмотка, через которую
пропускается электрический ток,
создающий переменное магнитное
поле. Магнитное поле индуцирует
в стенках цистерны вторичный ток,
преобразующийся в теплоту.

Электроиндукционный обогрев

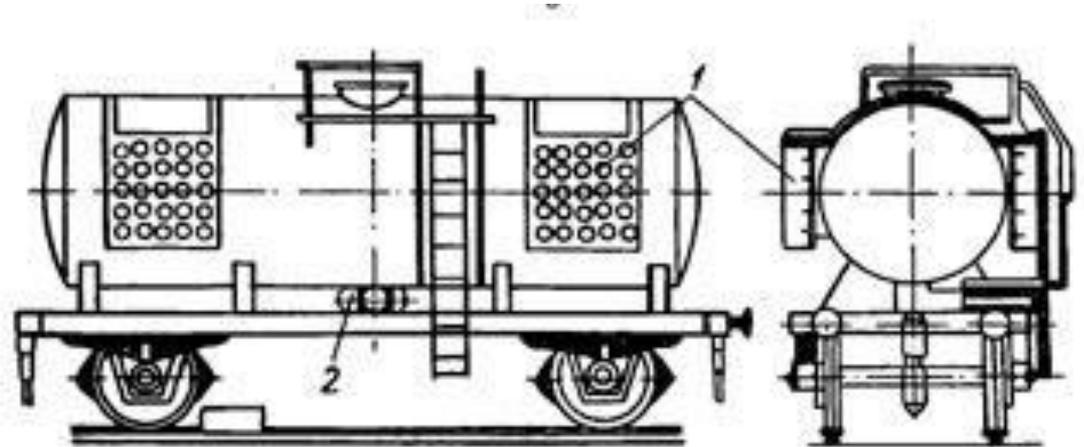
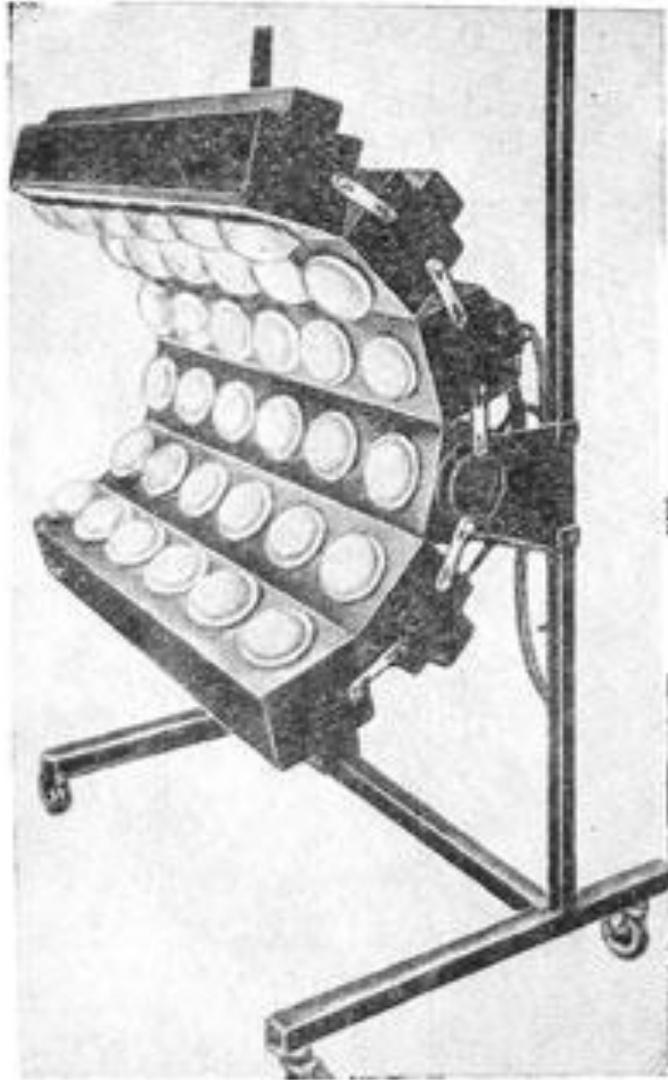


a — до наложения
обмотки на вагон-цистерну;
б — в рабочем положении;
1 — цистерна;
2,3 — полуцилиндры;
4 — электрообмотка;
5 — верхний и нижний
штекерные контакты;
б — металлические рамы



Суть метода *инфракрасного* обогрева цистерн состоит в том, что поток инфракрасных лучей от излучателей направляется на поверхность цистерны. Инфракрасные лучи нагревают металлическую поверхность, которая передает теплоту прилегающему к ней пограничному слою мазута, вызывая при сливе скольжение по его горячей поверхности.

Инфракрасный обогрев ламповыми излучателями



На ТЭС мазут хранится в резервуарах, в которых осуществляется его прием, подогрев и выдача. Резервуары делятся на две основные группы: металлические (стальные) и железобетонные.

Металлические резервуары сооружаются в районах Крайнего Севера и в районах с сейсмичностью более 6 баллов.

Вместимость резервуаров ТЭС

Тип мазутного хозяйства	Вместимость
Растопочное	3 резервуара по 1000 м³
Резервное	На 5-суточный расход
Основное при подаче по трубопроводам	На 3-суточный расход
Основное при доставке по	На 10-суточный расход

Для обеспечения нормальной работы мазутных насосов, форсунок, подогревателей и приборов автоматики необходима очистка мазута от механических примесей и образующихся в процессе транспортировки смолистых веществ.

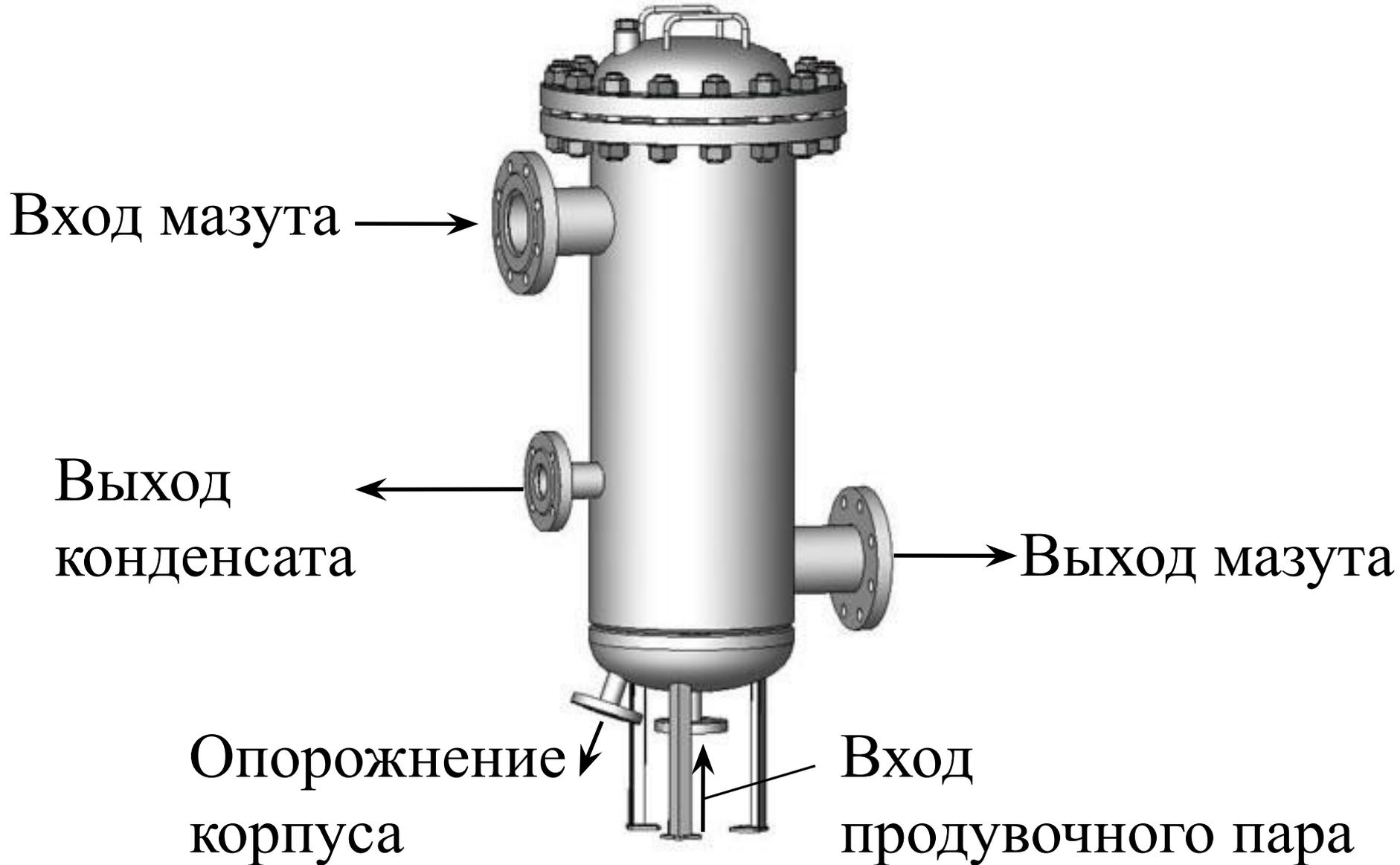
Для удаления из мазута твердых частиц применяют *сетчатые* фильтры.

Сетчатые фильтры подразделяются на фильтры *грубой* и *тонкой* очистки, отличающиеся числом отверстий, приходящихся на 1 см² площади поверхности фильтрации.

Для обеспечения возможности ремонта, очистки и замены фильтров при бесперебойной работе в схему мазутного хозяйства включают (как минимум) по два фильтра тонкой и грубой очистки.

Для изготовления сетчатых фильтров применяется медная или латунная сетка. Очистка сетки фильтров осуществляется обычно продувкой паром.

Мазутный фильтр

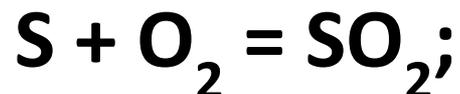


Фильтрующий элемент (сетка)



**Сжигание мазута может
сопровождаться образованием
золовых отложений на поверхностях
нагрева, коррозией хвостовых частей
котла (низкотемпературной коррозией)
и высокотемпературной коррозией.**

Низкотемпературная коррозия обусловлена наличием в мазуте серы:



Она происходит в результате конденсации сернистой кислоты на поверхности труб и ее взаимодействия с металлом. Страдают конвективные поверхности котла (ВЗП, ВЭК), газоходы, дымовые трубы.

Оксид ванадия V_2O_5 , входящий в состав золы мазута, является сильнейшим катализатором высокотемпературной коррозии, под действием которой происходит быстрое разрушение стали.

Страдают экранные трубы в топках котла, трубы пароперегревателя. Это связано с тем, что температура плавления V_2O_5 составляет $675\text{ }^\circ\text{C}$.

В настоящее время наиболее отработанным и распространенным способом борьбы с отложениями является применение жидких присадок, которые вводятся в топливо.

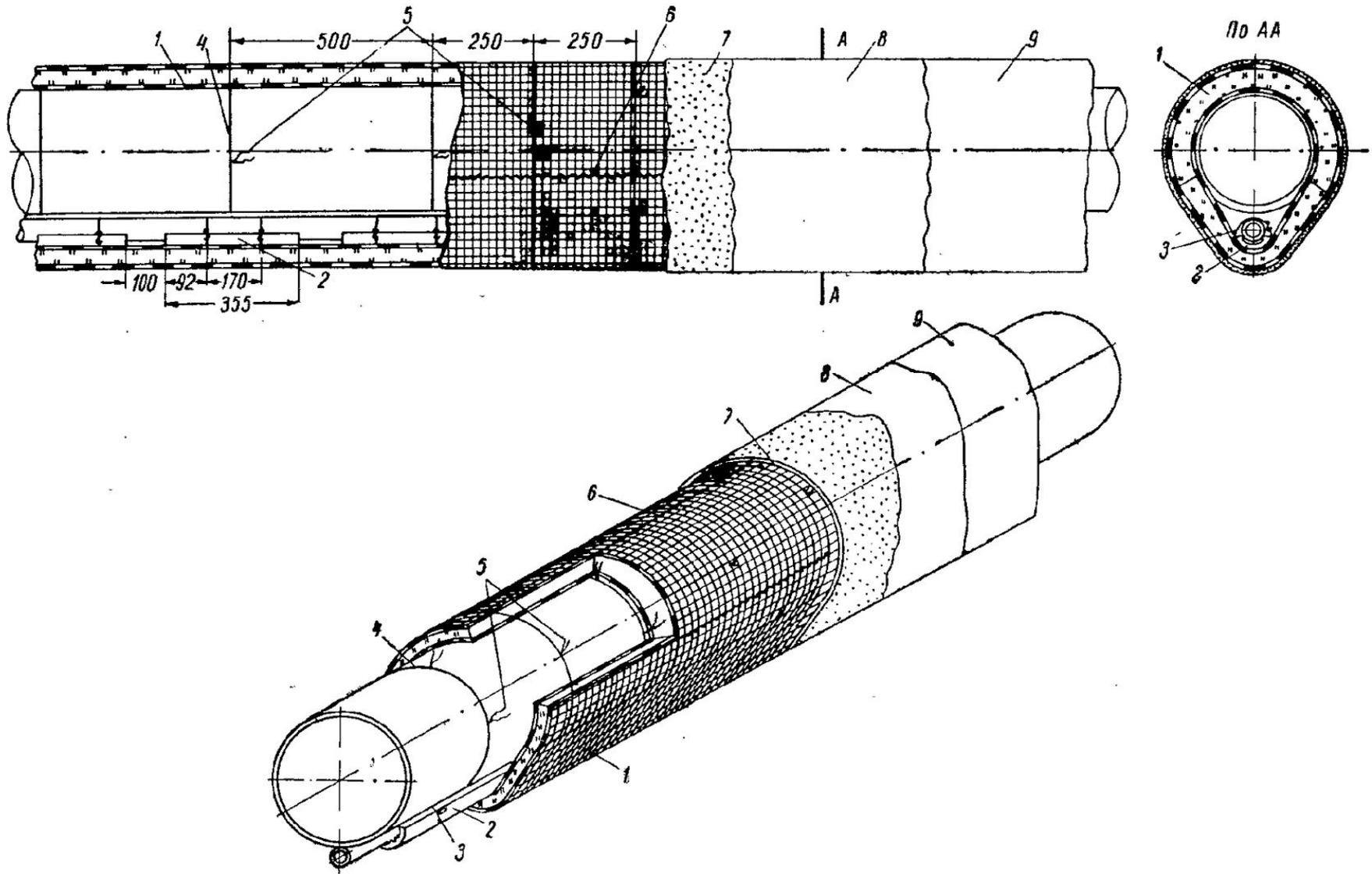
Широкое применение получила присадка ВТИ-4ст. Она предназначена для повышения температуры плавления и уменьшения коррозионной активности золы высокосернистого мазута.

Присадка ВТИ-4ст представляет собой 10%-й раствор $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (бишофит).

Рабочая дозировка присадки ВТИ-4ст составляет 0,5–0,7 кг бишофита на 1 т мазута при содержании серы в топливе 2 %, а золы 0,02– 0,05%.

В мазутном хозяйстве для подогрева мазутопроводов используются *паровые спутники*. Паровой спутник представляет собой паропровод, расположенный параллельно обогреваемому мазутопроводу и приваренный к нему по всей его длине. Сверху мазутопровод и паровой спутник покрываются общим теплоизоляционным слоем. Наружный диаметр паропроводов-спутников обычно выбирается 25–76 мм, давление пара – 0,3–1,0 МПа.

Конструкция теплоизоляции мазутопровода со спутником



3) Тягодутьевое оборудование.

Тягодутьевое оборудование включает в свой состав дутьевые вентиляторы, дымососы, дымовые трубы, соединительные газоходы и воздуховоды.

Энергетические котлы по условиям надежности снабжаются двумя дымососами и двумя дутьевыми вентиляторами, работающими параллельно. Для мощных котлов производительностью более 2500 т/ч допускается установка трех-четырех машин.

Для котлов производительностью 950 т/ч

и более применяют осевые дымососы, а при производительности более 1500 т/ч – также и осевые дутьевые вентиляторы.

В остальных случаях устанавливаются центробежные (радиальные)

тягодутьевые машины. Преимущества осевых установок: высокая

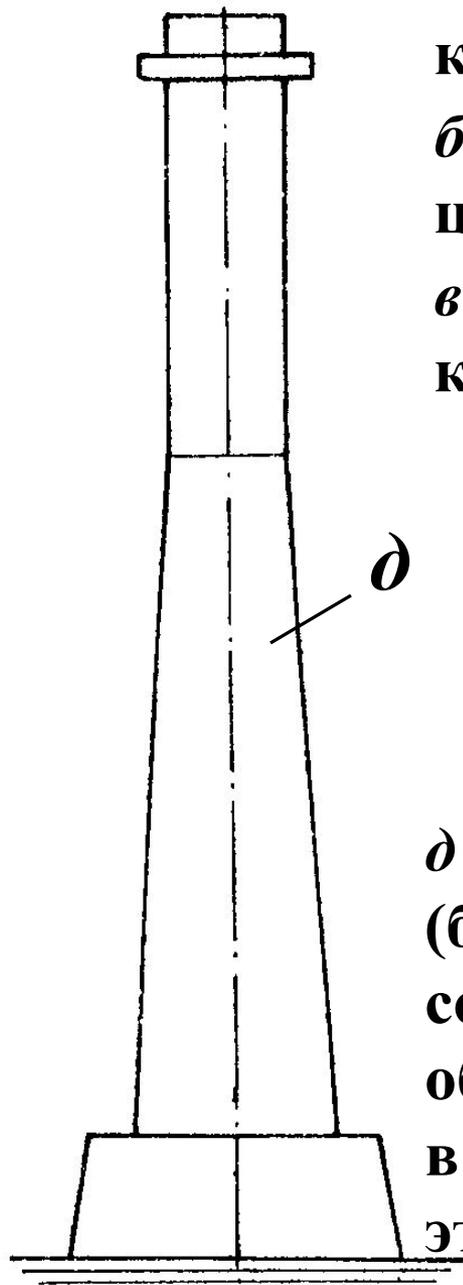
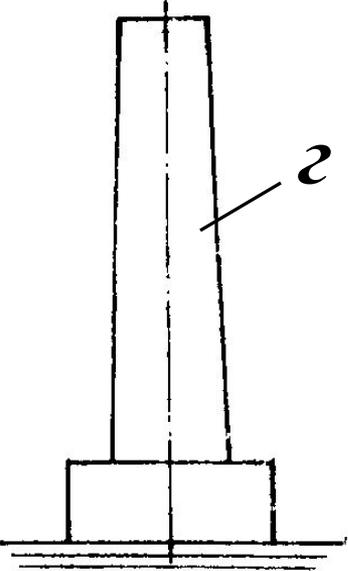
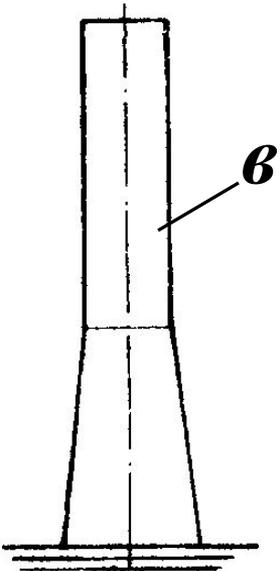
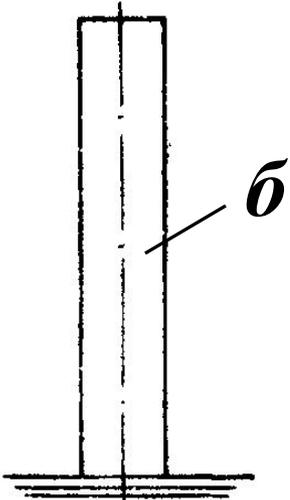
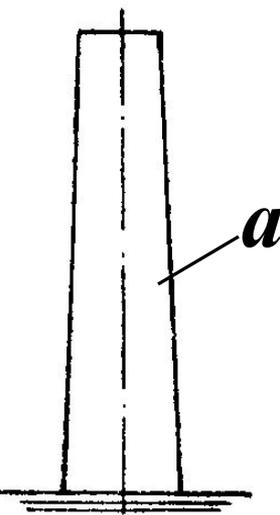
экономичность в широком диапазоне нагрузок, большая

производительность, компактность, легкий пуск. Недостатки – более

сложная конструкция ротора и

Дымовая труба является ответственным инженерным сооружением, работающим в тяжелых условиях ветровых нагрузок, температуры и агрессивного воздействия дымовых газов. Газоотводящий ствол должен противостоять воздействию температур и возникающих при этом напряжений, а также коррозии от воздействия агрессивных веществ, содержащихся в дымовых газах.

Дымовые трубы современных ТЭС выполняются из монолитного железобетона, как правило, конической формы с изменяющейся по высоте толщиной стенки и степенью армирования. Угол наклона образующих конуса к вертикальной оси может изменяться — минимальный вверху и наибольший внизу. Верхняя часть трубы может на определенной части высоты выполняться цилиндрической формы.



а – труба
конусообразная;
б – труба
цилиндрическая;
в – труба
комбинированная;
г – труба
со службами
обслуживания
в подвальном
этаже;
д – высокие трубы
(более 130 м)
со службами
обслуживания
в подвальном
этаже.

**Внутренняя поверхность
железобетонного ствола
покрывается антикоррозионной
изоляцией.**

**На трубах высотой 50 м и выше
устанавливаются
площадки**



ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАМЕТРА УСТЬЯ

дымовой трубы
Поскольку расход дымовых газов

определяется выражением $V_{\text{дг}} = w_0 S$,
м³/с,

где w_0 – скорость газов на выходе из
трубы, м/с; $S = \pi D^2/4$ – площадь
поперечного сечения устья трубы, м²,
то диаметр устья трубы можно найти
следующим образом:

$$D = \sqrt{\frac{4V_{\text{дг}}}{\pi w_0}}$$

Расход дымовых газов $V_{\text{дг}}$, м³/с:

$$V_{\text{дг}} = BV_{\text{г}} \frac{t_{\text{ух}} + 273}{273}$$

Здесь B – суммарный расход топлива со всех котлов, работающих на одну дымовую трубу, м³/с (кг/с);

$V_{\text{г}}$ – действительный объем продуктов сгорания, м³/м³ (м³/кг); $t_{\text{ух}}$ – температура уходящих газов, °С.

$$V_{\Gamma} = V_{\Gamma}^0 + 1,0161(\alpha_{yx} - 1)V^0$$

Скоростью газов на выходе из трубы w_0 задаемся в пределах:

Высота трубы, м	60	120	150	180	250	320
Скорость газов на выходе, м/с	10-20	15-25	20-30	25-35	30-40	35-45

**Поскольку высота трубы еще не известна,
то в первом приближении можно принимать любое значение скорости**

После определения диаметра устья
трубы
его следует округлить до ближайшего
типового значения D_0 : 2,4; 3,0; 3,6; 4,2; 4,8;
6,0; 7,2; 8,4; 9,6 м.
Затем уточняется значение скорости
газов
на выходе из трубы, м/с:

$$w_0^{\text{ут}} = \frac{4V_{\text{дг}}}{\pi D_0^2}$$

H_0	$D_0, \text{ M}$								
	2,4	3,0	3,6	4,2	4,8	6,0	7,2	8,4	9,6
45	■	■							
50	■	■							
60	■	■							
70	■	■	■	■					
80		■	■	■	■				
90		■	■	■	■				
100		■	■	■	■	■	■		
120			■	■	■	■	■		
150				■	■	■	■	■	■
200						■	■	■	■

ТИПЫ СТАНЦИОННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

В систему трубопроводов ТЭС

ВХОДЯТ:

- 1) трубы;**
- 2) компенсаторы тепловых расширений;**
- 3) запорная арматура;**
- 4) регулирующая арматура;**
- 5) защитная арматура;**
- 6) подвижные и неподвижные крепления;**
- 7) тепловая изоляция.**

По виду транспортируемой среды трубопроводы подразделяют на:

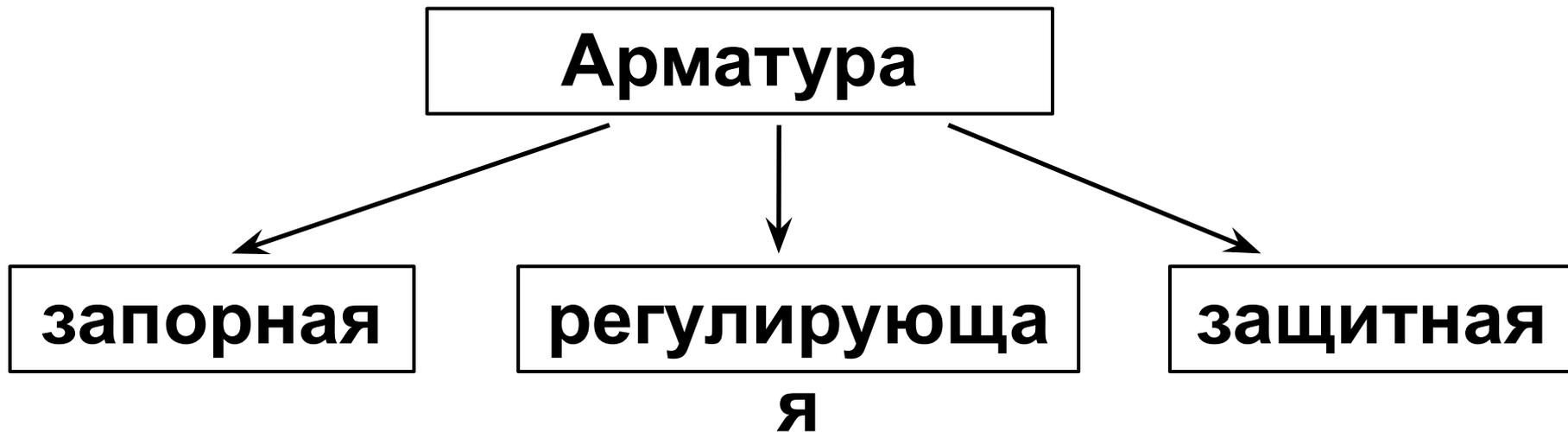
- 1) паропроводы;**
- 2) водопроводы;**
- 3) воздухопроводы;**
- 4) газоходы;**
- 5) газопроводы;**
- 6) мазутопроводы;**
- 7) пылепроводы;**
- 8) маслопроводы.**

На ТЭС применяется сварное соединение труб и арматуры. Сварное соединение снижает потерю теплоносителя, упрощает ремонт и монтаж, повышает надежность трубопроводов.

Трубопроводы устанавливаются на опорах и покрываются антикоррозионной и тепловой изоляцией.

Арматура

Арматура – это устройства, обеспечивающие управление работой оборудования и нормальные условия его эксплуатации.



***Запорная* арматура всегда находится в полностью открытом или полностью закрытом положении. К ней относятся краны, вентили, задвижки.**

***Регулирующая* арматура предназначена для регулирования расхода рабочей среды путем изменения проходного сечения трубопровода.**

Это различные редуционные клапаны, регулирующие вентили.

Защитная арматура обеспечивает безопасную эксплуатацию оборудования.

**К ней относятся:
предохранительные сбросные клапаны, обратные клапаны, отсечные клапаны, водоуказательные стекла.**

Крупнейшим поставщиком и ведущим предприятием по выпуску трубопроводной арматуры на высокие и сверхвысокие параметры для ТЭС и АЭС является Чеховский завод энергетического машиностроения (ЧЗЭМ).

Для устройства тепловой изоляции и обмуровки трубопроводов и оборудования ТЭС применяются следующие материалы:

- 1) МКРВ-200 (муллитокремнеземистое волокно), $\lambda = 0,045$ Вт/(м·К);**
- 2) МПБ-30 (маты прошивные базальтовые), $\lambda = 0,036$ Вт/(м·К);**
- 3) М1-100 (минераловатные маты), $\lambda = 0,045–0,058$ Вт/(м·К);**
- 4) МБОР-5 (базальтовое полотно), $\lambda = 0,045$ Вт/(м·К);**
- 5) Асбоцементная штукатурка, $\lambda = 0,23$ Вт/(м·К);**

- 6) Маты минераловатные в стеклоткани,
 $\lambda = 0,04 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$;
 - 7) Огнеупорный бетон, $\lambda = 0,2 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$;
 - 8) Соелитовая плита, $\lambda = 0,09 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$;
 - 9) Теплоизоляционный бетон,
 $\lambda = 0,1 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$;
 - 10) Кирпич шамотный, $\lambda = 0,84 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$.
- Толщина теплоизоляционного слоя для оборудования и трубопроводов рассчитывается по формулам, приведенным в СНиП 2.04.14-88* «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»

МКРВ-200



МПБ-30



M1-100



МБОР-5



Маты минераловатные в стеклоткани



Опоры

**Неподвижные
(мертвые)**

**Обеспечивают жесткое
закрепление
трубопроводов**

ОВ

ПОДВИЖНЫ

шарнирные

пружинные

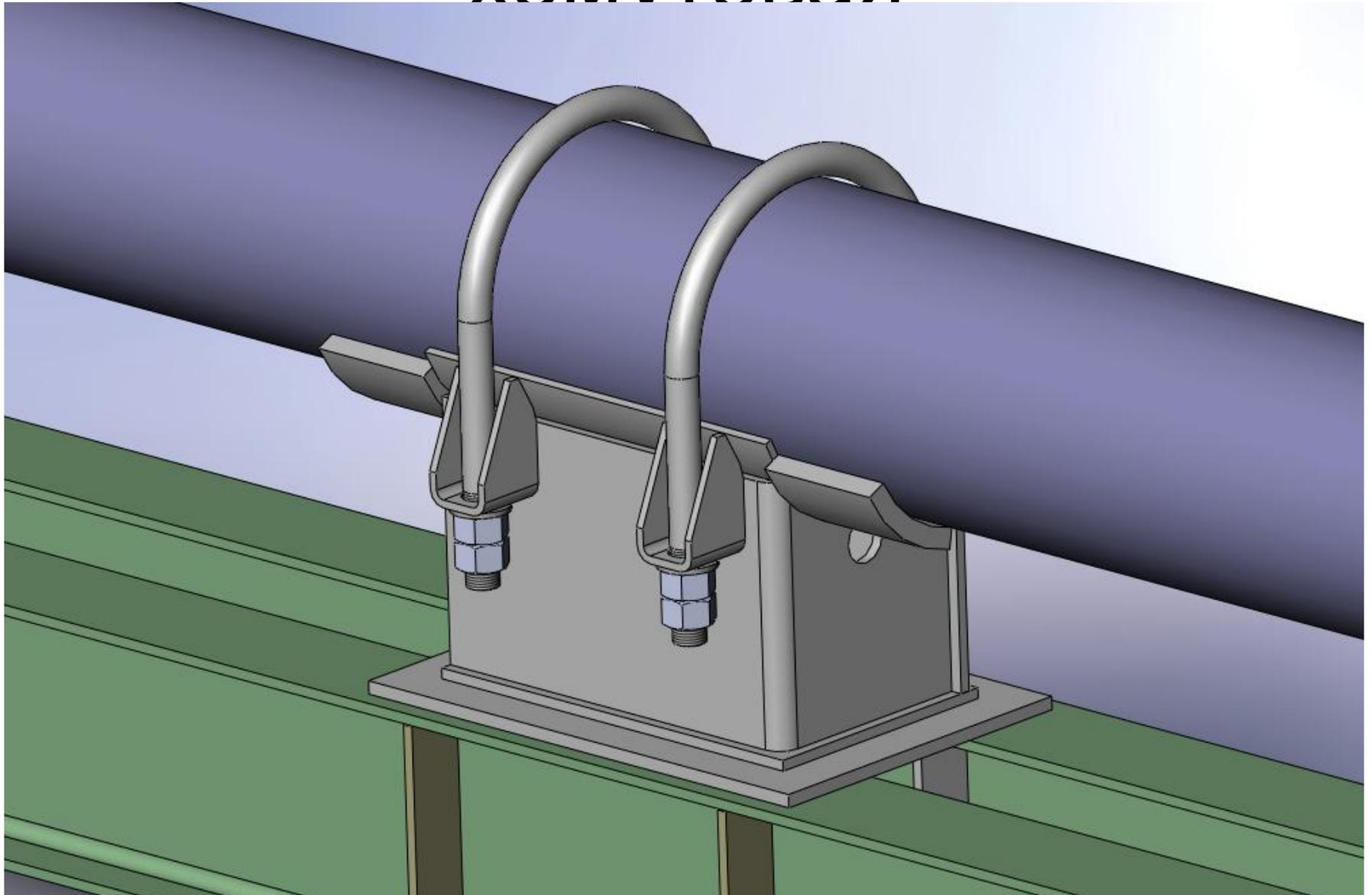
подвесные

е

е

Неподвижная опора

ХОМУТОВАЯ



Пружинная опора



Подвесная опора



Температура металла трубопровода меняется в зависимости от изменения температуры теплоносителя. Повышение температуры металла трубопровода на 100 °С вызывает его удлинение на 1,1–1,9 мм/м.

КОМПОНОВКА ГЛАВНОГО КОРПУСА ТЭС

В главном корпусе располагаются котельное и турбинное отделения и помещения для вспомогательного оборудования (деаэраторов, насосов, дымососов и т.д.).

В котельном зале помимо котлов размещаются топливные бункеры. Золоуловители располагаются обычно рядом с котельным помещением на открытом воздухе. Дымовые трубы устанавливаются вблизи главного корпуса со стороны котельного зала.

Турбинное отделение предназначено для турбин, электрогенераторов и обслуживающих их вспомогательных механизмах.

Основной строительной частью главного корпуса ТЭС является его каркас, который может сооружаться как из железобетона, так и из металла.

**К компоновке главного корпуса ТЭС
предъявляются следующие
требования:**

- 1) надежная, бесперебойная работа оборудования и удобство его обслуживания;**
- 2) экономичность сооружения (минимальные стоимость и расход материалов, уменьшение габаритов главного корпуса);**
- 3) компоновка должна обеспечивать возможность быстрого и качественного ремонта должны быть предусмотрены ремонтные и монтажные площадки;**

- 4) обеспечение санитарно-гигиенических условий труда, жизнедеятельности населения в районе ТЭС;**
- 5) возможность расширения ТЭС;**
- 6) удобная технологическая связь различных производственных сооружений и установок (технического водоснабжения, топливного хозяйства, систем золошлакоудаления и очистки дымовых газов, электрических распределительных устройств, ремонтных мастерских)**

В компоновке различают постоянный и временный торец главного корпуса. *Постоянным* называется торец, от которого начинается строительство корпуса. Отсюда же нумеруются ряды колонн главного здания.

***Временным* торцом называется противоположный торец здания, в направлении которого ТЭЦ расширяется при дальнейшем**

строительстве

Меры обеспечения безопасности работы персонала ТЭС

применительно

к компоновке главного корпуса:

1) предохранительные клапаны

в котельном цехе должны

группироваться на отдельных

площадках в стороне

от основных проходов

обслуживающего персонала, а их

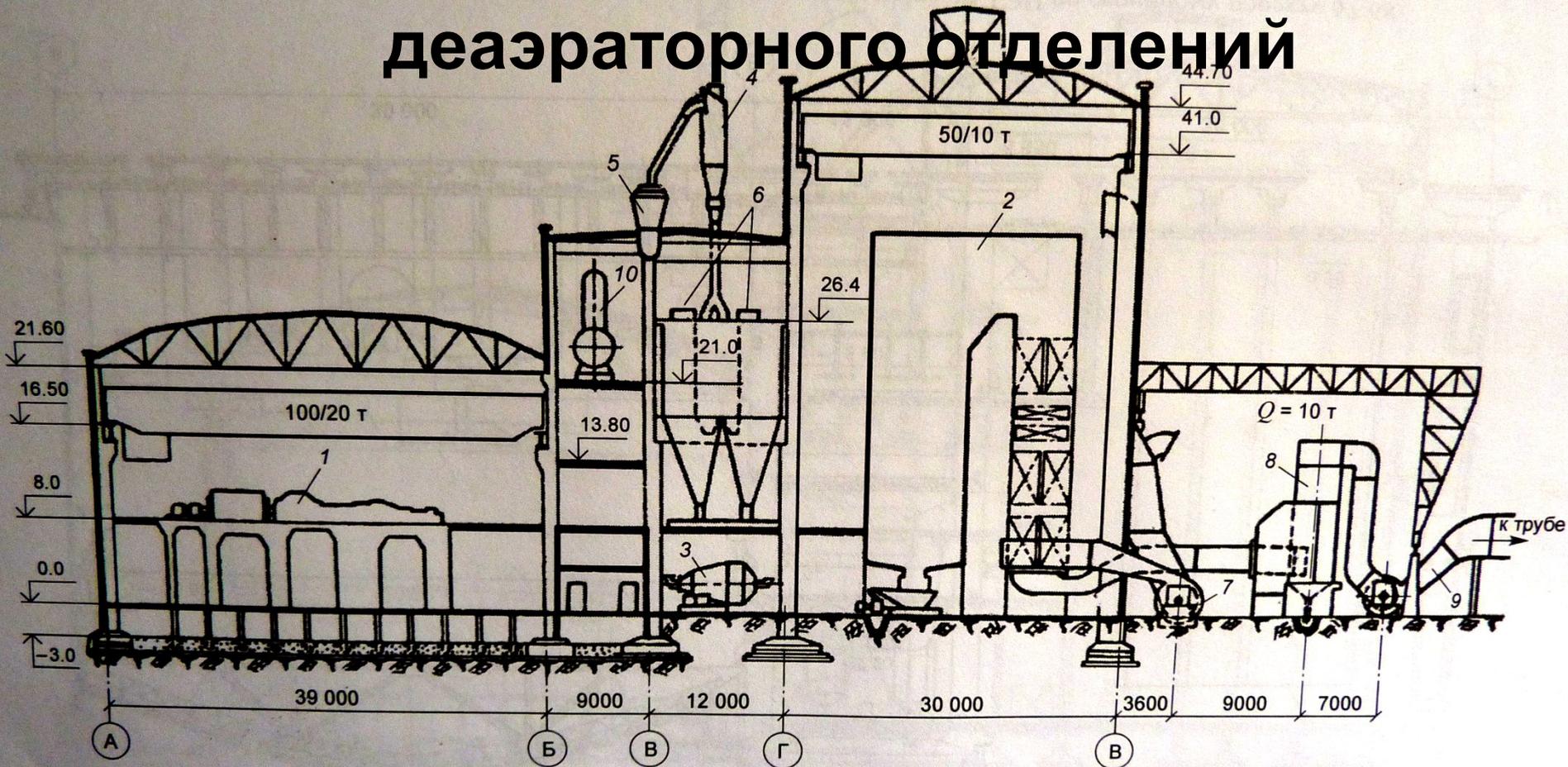
выхлопы выходить

на крышу котельного цеха;

- 2) взрывоопасное оборудование пылесистем на ТЭС, использующих твердое топливо, должны размещаться на открытом воздухе, обычно на крыше бункерной этажерки вдали от мест нахождения обслуживающего персонала;**
- 3) выхлопные короба взрывных клапанов топок котлов должны выходить наружу;**
- 4) магистрали топливного газа должны прокладываться на открытом воздухе**

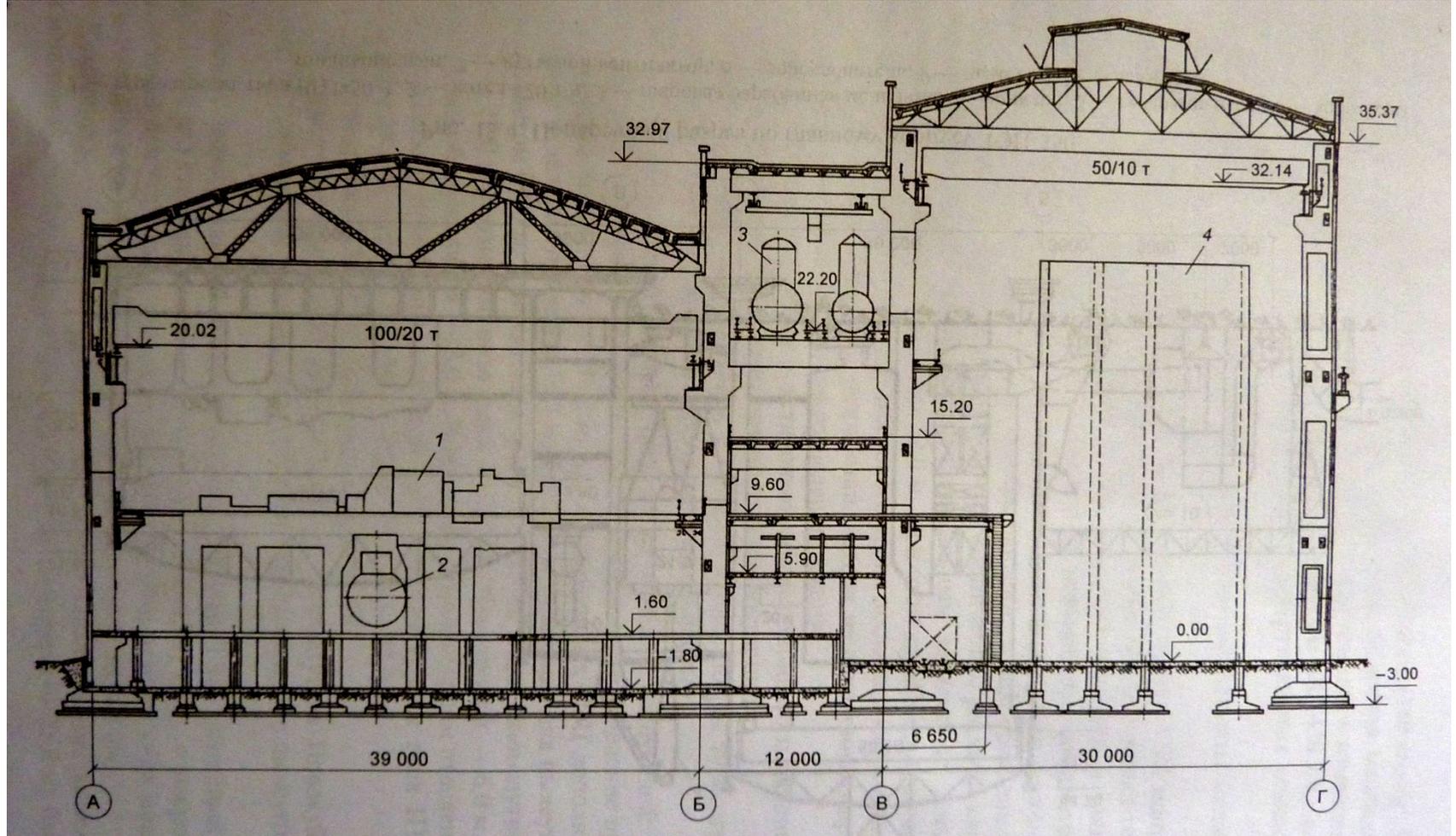
Более половины капитальных затрат на строительство ТЭС приходится на оборудование и строительную часть главного корпуса. Показателем качества проекта компоновки главного корпуса ТЭС является его удельный строительный объем (на 1 кВт установленной мощности). Для современных ГРЭС этот показатель составляет около 0,6–0,7 м³/кВт, а для ТЭЦ – 1,5 м³/кВт.

Компоновка ТЭС со сдвоенным расположением бункерного и деаэраторного отделений



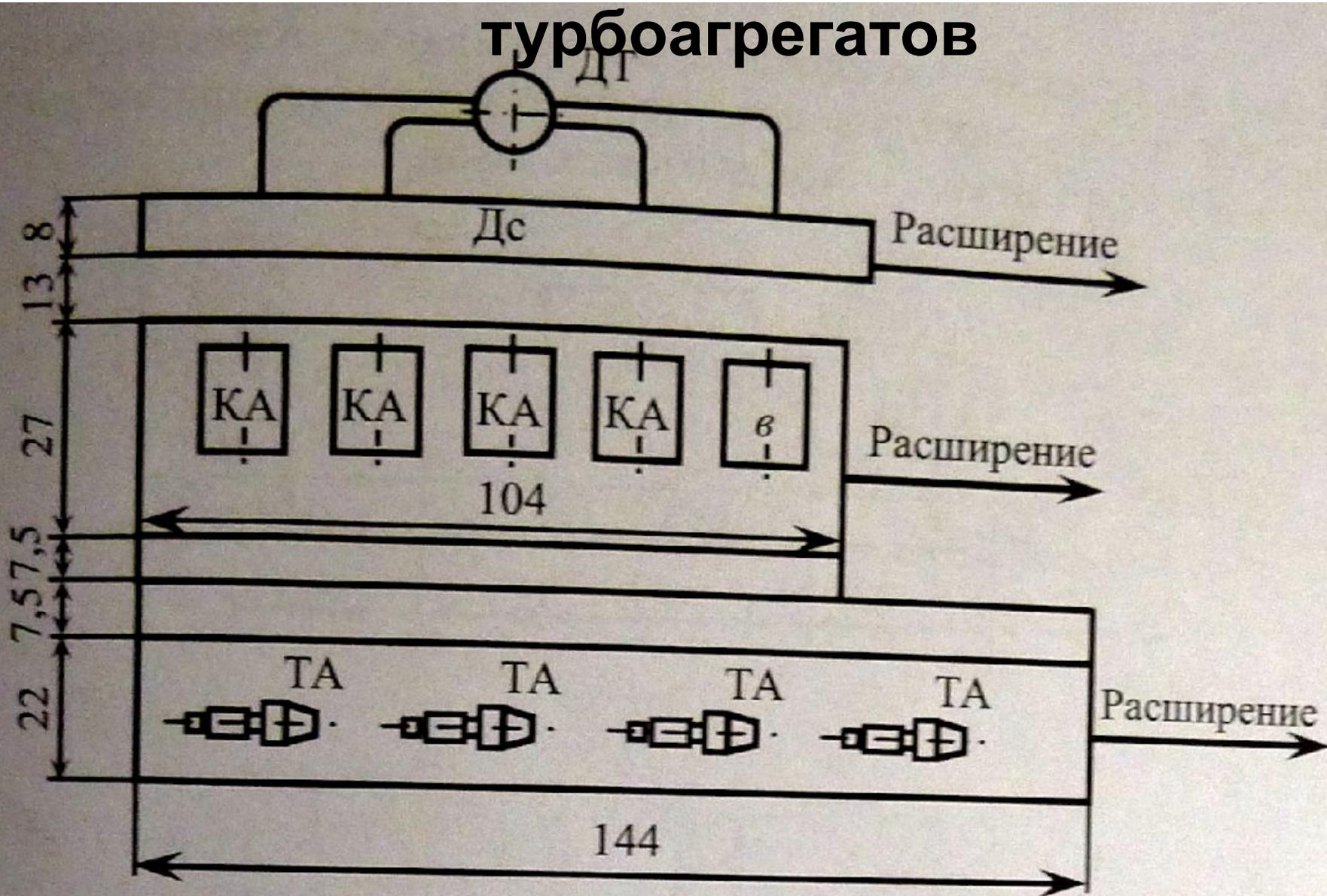
1 – турбоагрегат; 2 – котел; 3 – ШБМ; 4 – циклон; 5 – сепаратор пыли; 6 – бункера пыли; 7 – дутьевой вентилятор; 8 – ЗУ;

Компоновка газомазутной ТЭС

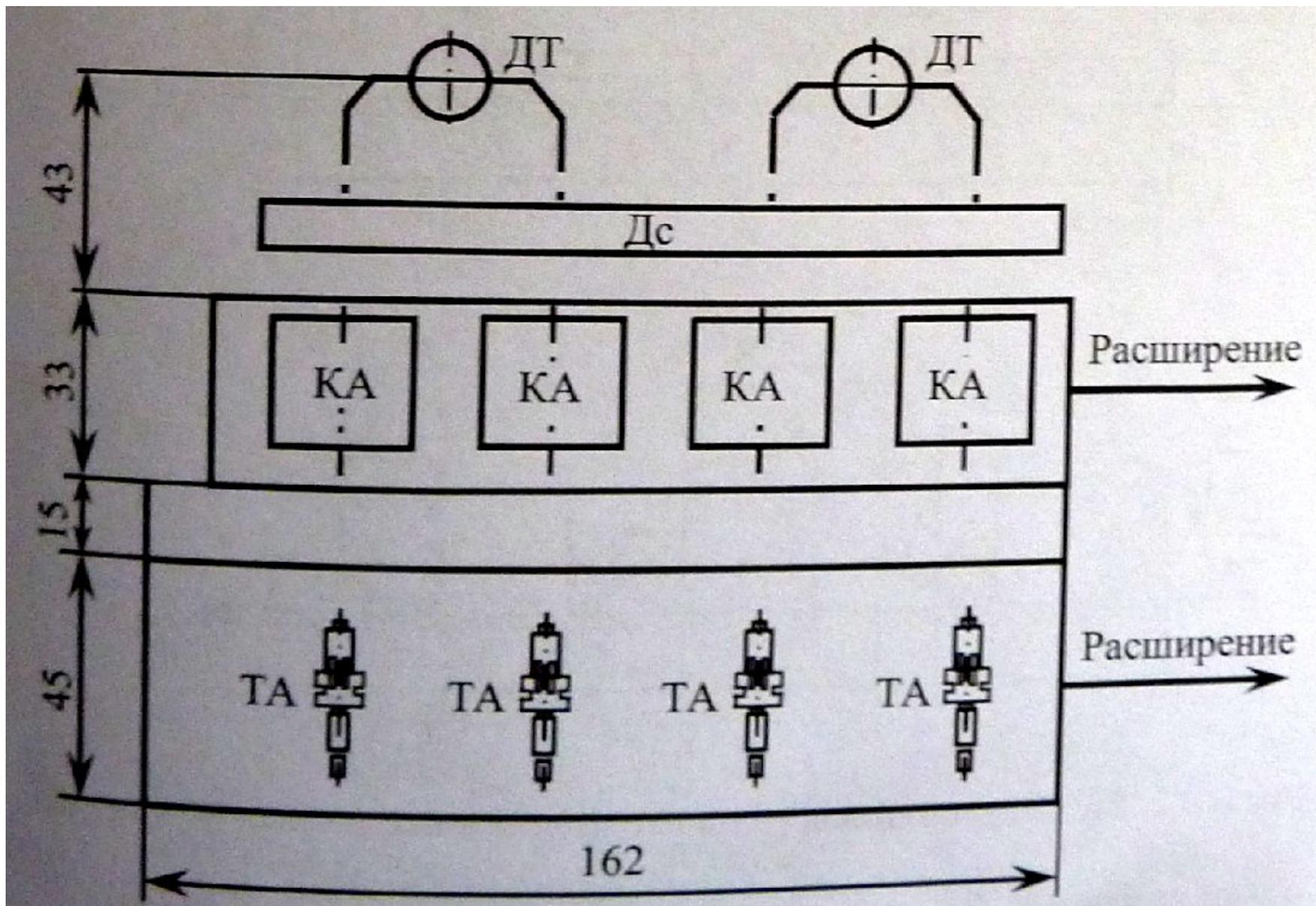


1 – турбоагрегат; 2 – конденсатор; 3 – деаэратор; 4 – котел

План компоновки главного корпуса ТЭС с продольным расположением турбоагрегатов



План компоновки главного корпуса ТЭС с поперечным расположением



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН ТЭС
называется план размещения на
производственной площадке ТЭС всех
основных
и вспомогательных сооружений и
объектов:

- 1) главного корпуса;**
- 2) объектов приема, хранения и
подготовки топлива к сжиганию;**
- 3) объектов, связанных с техническим
водоснабжением;**
- 4) главного распределительного
электрического устройства и ЛЭП;**
- 5) главного электрического щита**

- 6) объектов систем водоподготовки;**
- 7) пиковой водогрейной котельной;**
- 8) административного, бытового
и инженерного корпусов;**
- 9) золоотвалов и пульпопроводов к
нему.**

На генеральном плане ТЭС изображается «роза ветров». С учетом «розы ветров» выбирается место для строительства жилого поселка при ТЭС и других населенных пунктов, а также для золоотвала.

Схема генерального плана
Севастопольской ПГУ-ТЭС



Перечень основных зданий и сооружений

- 1 Главный корпус
- 2 Объединенный вспомогательный корпус
- 3 ОРУ 330кВ
- 4 Здания и сооружения технического водоснабжения
- 5 Хозяйство дизельного топлива
- 6 Очистные сооружения дождевых сточных вод
- 7 Административный корпус

Перечень зданий и сооружений
подготовительного периода строительства

- I Временный городок строителей
- II База оборудования заказчика
- III Временные здания и сооружения Генподрядчика и его субподрядчиков