

РЕШЕНИЯ

Вариант 1

Задание 1.

- Мощность АС с учетом коэффициента ее использования, которая определяет количество тепла, сбрасываемого в окружающую среду;

- Расстояние от АС до потребителя электроэнергии и потребность в линиях электропередачи;

- Потребность в охлаждающей воде. Отсутствие подходящих водоемов может потребовать создания искусственных водохранилищ и (или) применения систем охлаждения с градирнями;

- Доступность площадки для автомобильного, железнодорожного и водного транспорта. В процессе строительства необходимо доставлять на АС крупногабаритное оборудование (корпус реактора или ротор турбины), а также большое количество строительных материалов. В процессе эксплуатации необходима транспортировка отработавшего топлива в крупно-габаритных защитных контейнерах;

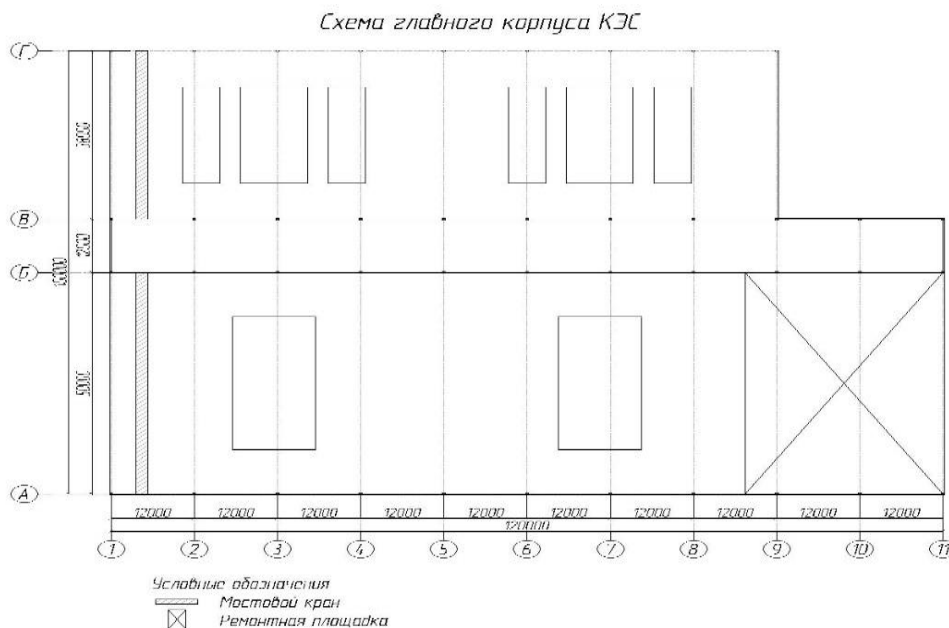
- Обеспеченность безопасности АС;

- Обеспеченность рабочей силой. В процессе строительства и эксплуатации АС понадобится много специалистов разных профессий, для которых необходимы жилье, продовольствие, бытовые услуги. Возникает необходимость снабжения населения водой, газом, строительства школ, дорог. Появляется проблема занятости населения. Социально экономические аспекты, вытекающие из этого условия, должны учитываться при выборе площадки;

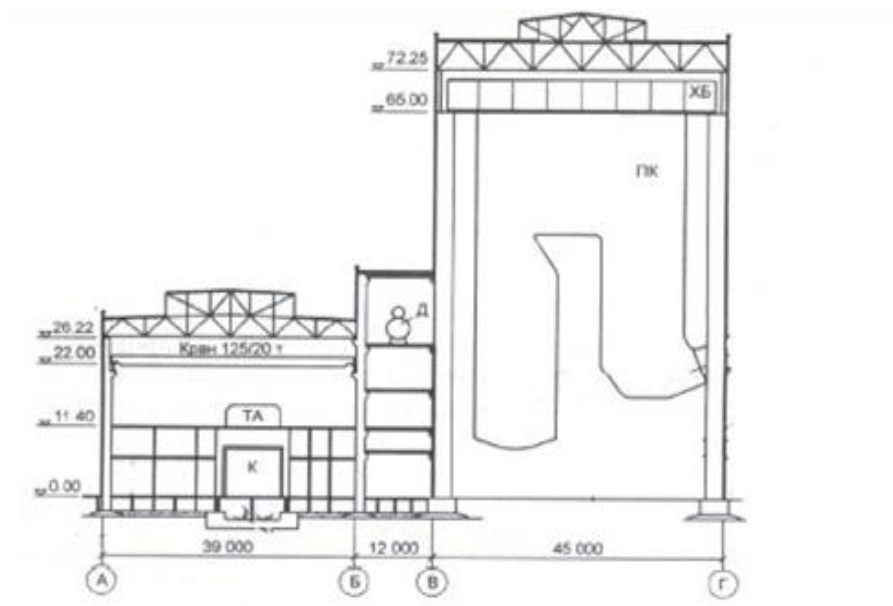
- Отвод земельного участка. Территория, отчуждаемая для строительства АС, может быть очень значительной (до 10 км²) и повлечь уменьшение сельскохозяйственного производства в районе. Кроме того, в пределы отчуждаемой территории не должны попадать залежи полезных ископаемых;

- Удаление отходов. При выборе площадки необходимо учитывать, что жидкие и твердые отходы должны временно храниться на территории АС, а затем периодически вывозиться в централизованные пункты захоронения или на переработку (отработанные твэлы).

Задание 2.



Задание 3.



Задание 4.

Ёмкость склада органического топлива для ТЭС:

$$V = \frac{B^{\text{ПК}} \cdot t^{\text{ПК}} \cdot n_3^{\text{ПК}} + B^{\text{ВК}} \cdot t^{\text{ВК}} \cdot n_3^{\text{ВК}}}{\rho} = \frac{948,36 \cdot 20 \cdot 5 + 0}{0,961} = 98684,7 \text{ м}^3$$

где $B^{\text{ПК}}$ и $B^{\text{ВК}}$ — часовой расход натурального топлива соответственно паровыми и водогрейными котлами, т/ч;

$t^{\text{ПК}}$ и $t^{\text{ВК}}$ — число часов работы соответственно паровых и водогрейных котлов в сутки;

$n_3^{\text{ПК}}$ и $n_3^{\text{ВК}}$ — число дней запаса топлива соответственно паровых и водогрейных котлов;

ρ — объёмная плотность топлива, т/м.

Число часов работы котла в сутки принимается для энергетических котлов на мазуте — $t^{ПК} = 20$ ч.

Запас мазута принимается равным: 5-суточному расходу — так как мазут — аварийное топливо, а станция работает на газе. ($n_3^{ПК} = 5$ сут.)

Запас мазута хранится в цилиндрических резервуарах. На ТЭЦ резервуары должны быть одинаковой емкости и не меньше двух. Диаметр резервуаров определяется по табл. 2 (Приложение №2).

Ответ:

Емкость, м ³	Диаметр, м	Высота, м	Масса, т
20000	45,6	18,0	595,4

Задание 5.

Так как отверстие в стене диаметром 10 мм, то по сравнению со стеной (высота 5 м, ширина — 15 м), примем, что отверстие является точечным источником без защитного экрана. Также дозу, получаемую через стену (не отверстие), считаем равной нулю, ввиду её ширины в 15 метров.

Известно, что доза на расстоянии R от источника в отсутствии защиты определяется по формуле.

$$D_0 = (M \cdot 8,4 \cdot t) / R^2$$

Где $M = (Q \cdot K_\gamma) / 8,4$ — гамма-эквивалент препарата, мг-экв. радия; K_γ — гамма-постоянная изотопа,

$R \cdot \text{см}^2 / (\text{ч} \cdot \text{мкКи})$;

Q — активность источника излучения, мКи;

8,4 — гамма-постоянная радия, в $R \cdot \text{см}^2 / (\text{ч} \cdot \text{мкКи})$;

t — время, ч.

$R = \sqrt{[(Q \cdot K_\gamma \cdot t) / D_0]}$;

$R = \sqrt{[(0,5 \cdot 103 \cdot 3,8 \cdot 12) / 5^2]} = 151$ (см)

Ответ: 151 см - на каком расстоянии следует держаться от свободной открытой проходки в стене.

ЗАДАНИЯ

Вариант 2

Задание 1.

- Главный корпус с примыкающей площадкой открытой установки воздухоподогревателей, золоуловителей, дымососы (на паросило-вых ТЭС), с дымовыми трубами и газоходами.

- Объекты электротехнических устройств: площадка установки трансформаторов, закрытое электрическое распределительное устройство (ЗРУ), здание релейных щитов, открытое электрическое распределительное устройство (ОРУ);

- Объекты технического водоснабжения: градирни, насосная(ые) станция(и), закрытые сбросные каналы, напорные водоводы от насосной в главный корпус; открытые каналы при системе водоснабжения с природным или искусственным водоемом располагаются за пределами промплощадки.

Объекты топливного и маслохозяйства:

- Дробильный корпус, галереи конвейеров топливо-подачи в главный корпус;

- Объекты системы водоподготовки: здания водоподготовительных установок, включая баки запаса обессоленной воды, грязного конденсата и др.;

- Газовое хозяйство.

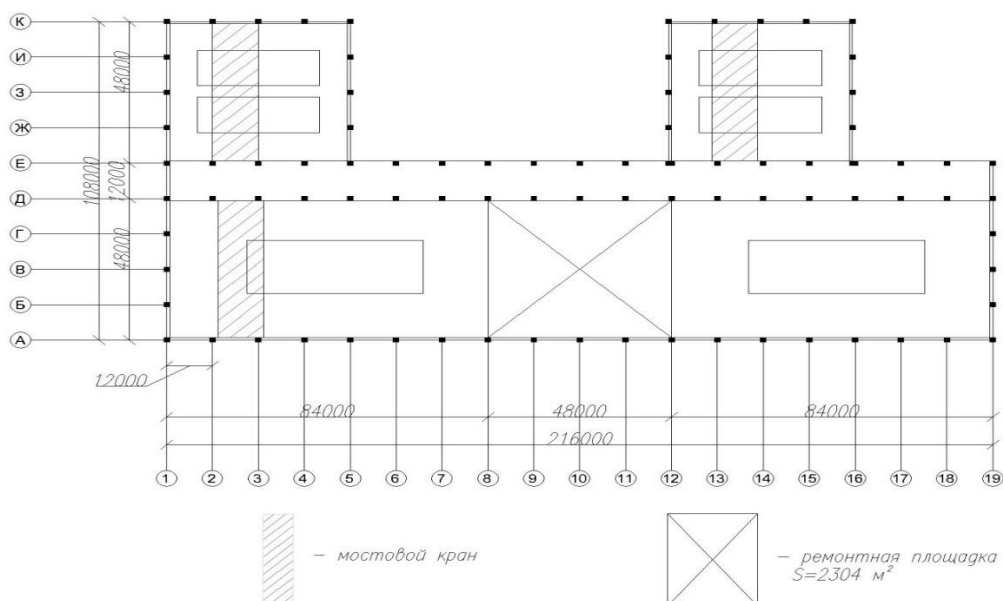
- Водогрейная котельная с теплофикационной насосной и резервуарами запаса горячей воды для подпитки теплосети (на ТЭЦ).

- Административный и инженерный корпуса, склады и мастерские, гараж со складом горюче-смазочных материалов, пожарное депо, проходные и др.

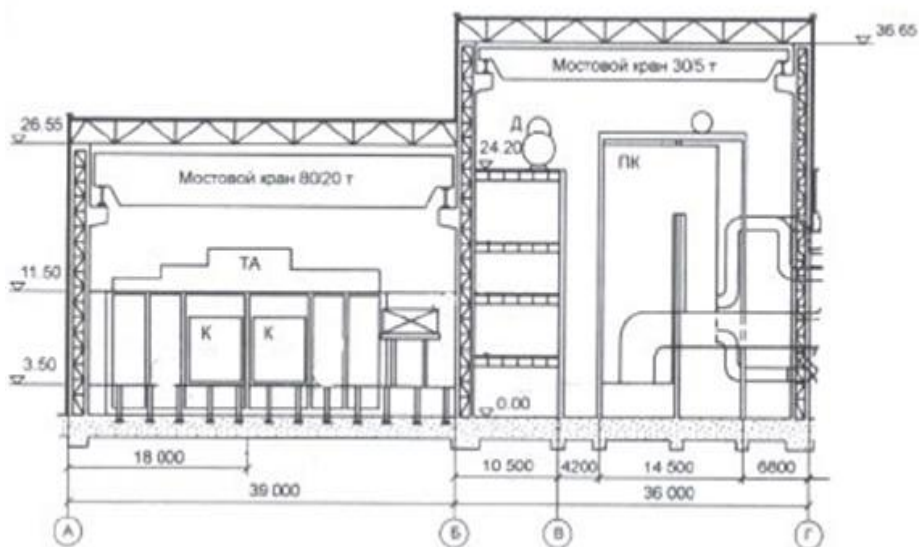
- Очистные сооружения промывочных и других технологически загрязнённых вод.

- Пускорезервная котельная с дымовой трубой, Дизель-генераторная со складом дизельного топлива.

Задание 2.



Задание 3.



Задание 4.

Ёмкость склада органического топлива для ТЭС:

$$V = \frac{B^{\text{ПК}} \cdot t^{\text{ПК}} \cdot n_3^{\text{ПК}} + B^{\text{ВК}} \cdot t^{\text{ВК}} \cdot n_3^{\text{ВК}}}{\rho} = \frac{113,92 \cdot 24 \cdot 10 + 0}{0,89 \cdot 1,2} = 25600 \text{ м}^3$$

где $B^{\text{ПК}}$ и $B^{\text{ВК}}$ — часовой расход натурального топлива соответственно паровыми и водогрейными котлами, т/ч;

$t^{\text{ПК}}$ и $t^{\text{ВК}}$ — число часов работы соответственно паровых и водогрейных котлов в сутки;

$n_3^{\text{ПК}}$ и $n_3^{\text{ВК}}$ — число дней запаса топлива соответственно паровых и водогрейных котлов;

ρ — объёмная плотность топлива, т/м.

Число часов работы котла в сутки принимается для энергетических котлов для котлов на твёрдом топливе и пиковых водогрейных — $t^{ПК} = 24$ ч.

Запас угля принимается равным: 10-суточному расходу — при конвейерной доставке. ($n_3^{ПК} = 10$ сут.)

Плотность твёрдого топлива в штабеле принимается в 1,2 раза больше насыпной, представленной в табл. 1 (Приложение №1).

Кольцевые в плане штабеля, обслуживаемые механизмами непрерывного действия — штабелеукладчиками и роторными погрузочными машинами. Такие склады располагаются вне промплощадки, в отдельной ограде. Склады с кольцевыми штабелями предусматривают, как правило, для новых ТЭС независимо от часового расхода. При выполнении курсового проекта можно порекомендовать использовать один кольцевой штабель при часовом расходе до 1000–1200 т и два штабеля — при большем.

Принимаем n кольцевых штабеля угля.

$$V = K_1 \cdot K_2 \cdot k \cdot \frac{\pi}{3} r^3 \operatorname{tg} \alpha \left[\left(\frac{b}{r} + 1 \right)^3 - \left(\frac{b}{r} + 1 - h \frac{\operatorname{ctg} \alpha}{r} \right)^3 - \left(h \frac{\operatorname{ctg} \alpha}{r} + 1 \right)^3 + 1 \right]$$

где V — ёмкость склада;

K_1 — степень заполнения штабеля, $K_1 = 0,85$;

K_2 — степень уплотнения угля в штабеле, $K_2 = 1,2$;

k — коэффициент, учитывающий разрыв в кольцевом штабеле для пропуска галерей с конвейерами топливоподачи ($k = 0,8 \dots 0,9$);

b — ширина штабеля (для кольцевого штабеля b — разность между наружным и внутренним радиусами, определяется расчётом при известной ёмкости склада);

h — высота штабеля, принимается равной 20 м;

α — угол естественного откоса угля в штабеле, зависит от свойств угля и меняется в пределах 30–45°; если не задан, принимается равным 45°;

r — внутренний радиус штабеля (если не задан, принимается равным 45 м).

Огораживаемая вокруг кольцевого штабеля территория имеет форму, близкую к форме квадрата со стороной, примерно равной $r+b+15$ м.

Примем $b=24$ м (наружный радиус — 67 м).

$$r = 45 \text{ м}, h = 20 \text{ м}, \alpha = 45^\circ, K_1 = 0,85, K_2 = 1,2, k = 0,85$$

$$V = 0,85 \cdot 1,2 \cdot 0,85 \cdot \frac{\pi}{3} 45^3 \operatorname{tg} 45^\circ \left[\left(\frac{24}{45} + 1 \right)^3 - \left(\frac{24}{45} + 1 - 20 \frac{\operatorname{ctg} 45^\circ}{45} \right)^3 - \left(20 \frac{\operatorname{ctg} 45^\circ}{45} + 1 \right)^3 + 1 \right] \\ = 24840,69878 \text{ м}^3$$

Полученная величина меньше требуемой ёмкости 25600 м³ на 3 %, что допустимо при выполнении проекта.

Принимаемый наружный радиус 67 м. Тогда площадка штабеля в ограде составит: $(67+15) \times (67+15) = 82 \times 82$ (м).

Так как требуемая ёмкость 25600 м³, то потребуется n кольцевых штабелей:



$$n = \frac{V_{\text{тр}}}{V_{\text{шт}}} = \frac{25600}{24840,69878} = 1,03 \text{ шт}$$

Ответ: Принимаем 1 кольцевой штабель угля, объемом $V = 24840,69878 \text{ м}^3$, площадка штабеля в ограде составит- 82 x 82 (м).

Задание 5.

Доза на расстоянии R от источника в отсутствии защиты определяется по формуле:

$$D_0 = (M \cdot 8,4 \cdot t) / R^2$$

где $M = (Q \cdot K_\gamma) / 8,4$ – гамма-эквивалент препарата, мг-экв. радия;

K_γ – гамма-постоянная изотопа, $\text{Р} \cdot \text{см}^2 / (\text{ч} \cdot \text{мкКи})$;

Q – активность источника излучения, мКи;

8,4 – гамма-постоянная радия, в $\text{Р} \cdot \text{см}^2 / (\text{ч} \cdot \text{мкКи})$;

t – время, ч.

Для определения, времени которое можно провести с рядом точечным источником получаем из выше указанной формулы:

$$t = (D_0 \cdot R^2) / (Q \cdot K_\gamma)$$

Для йода ^{131}I $K_\gamma = 2,15 \text{ Р} \cdot \text{см}^2 / (\text{ч} \cdot \text{мкКи})$,

Активность $Q = 2,0 \text{ Ки}$,

расстояние от источника $R = 2,0 \text{ м}$,

годовой предел дозы $D_0 = 5 \text{ бэр}$, подставив все значения получаем:

$$t = \frac{5 \cdot 2^2}{2 \cdot 10^{-3} \cdot 2,15} = 4651 \text{ ч}$$

Ответ: 4651 час можно провести рядом с источником.

ЗАДАНИЯ

Вариант 3

Задание 1.

-Централизованная схема трубопроводов, характерная для большинства ТЭЦ, при которой предусматривается общестанционная магистраль питательной воды и пара, а также сетевой воды, практически исключает возможность разблокировки главного корпуса. Все агрегаты в одном здании. Перечисленные общие магистрали обычно прокладываются в этажерке.

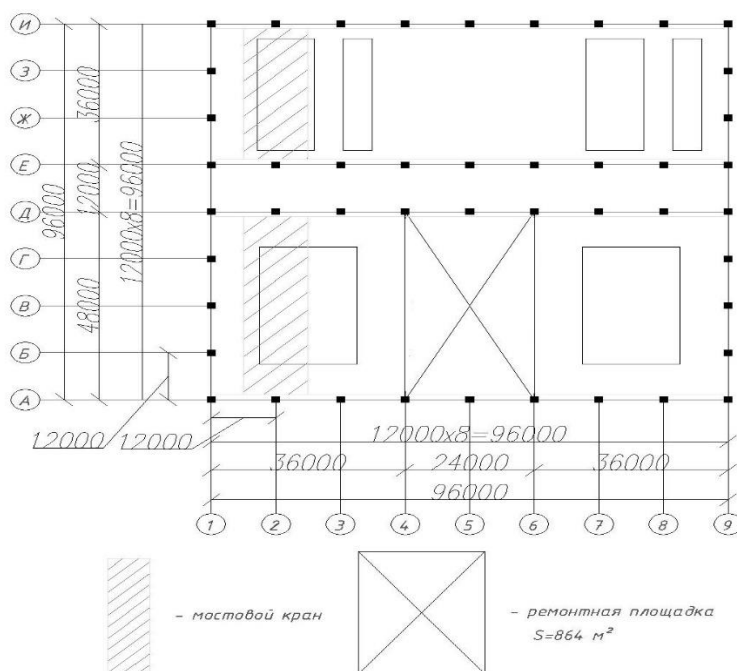
- Необходимость установки на ТЭЦ водогрейных котлов для снабжения потребителей в холодное время года. Соответствующие объемы МО занимают системы водоподготовки, ремонтные мастерские и др. Одновременно снижается число объектов на генплане, отчуждаемая территория.

- Наличие сетевых подогревателей, насосов, которые обычно компонуются в МО на ТЭЦ.

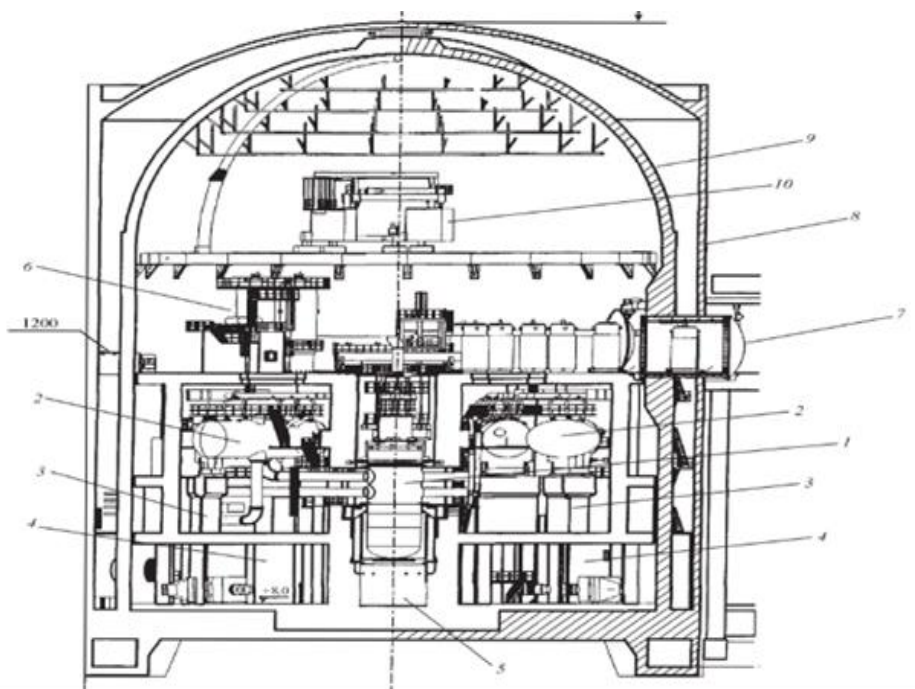
-Турбоагрегаты различных типов в зависимости от требуемой отбираемой тепловой мощности и отборов пара на производство, что приводит к нерегулярности компоновочной схемы. Размеры ячеек, особенно в МО ТЭЦ, компоновки в них оборудования заметно отличаются. Повышается вероятность появления в здании относительно больших неиспользуемых объемов. Исключение составляют случаи, когда устанавливаются одинаковые турбоагрегаты.

-Использование в качестве охладителей градирен, что позволяет отказаться от подвала в МО. Роль конденсационного подвала, где прокладывается ряд коммуникаций и размещается некоторое оборудование, выполняет объем между отм. 0,00 и перекрытием «островного» типа.

Задание 2.



Задание 3.



1 – реактор; 2 – парогенераторы; 3 – ГЦН; 4 – вентиляционные камеры;
5 – ловушка; 6 – перегрузочная машина; 7 – шлюз для прохода в оболочку;
8 – наружная железобетонная оболочка; 9 – внутренняя железобетонная
преднапряженная оболочка; 10 – мостовой, полноповоротный кран.

Задание 4.

Ёмкость склада органического топлива для КЭС:

$$V = \frac{B^{\text{ПК}} \cdot t^{\text{ПК}} \cdot n_3^{\text{ПК}} + B^{\text{ВК}} \cdot t^{\text{ВК}} \cdot n_3^{\text{ВК}}}{\rho} = \frac{146,18 \cdot 20 \cdot 15 + 0}{0,955} = 45\,920 \text{ м}^3$$

где $B^{\text{ПК}}$ и $B^{\text{ВК}}$ — часовой расход натурального топлива соответственно паровыми и водогрейными котлами, т/ч;

$t^{\text{ПК}}$ и $t^{\text{ВК}}$ — число часов работы соответственно паровых и водогрейных котлов в сутки;

$n_3^{\text{ПК}}$ и $n_3^{\text{ВК}}$ — число дней запаса топлива соответственно паровых и водогрейных котлов;

ρ — объёмная плотность топлива, т/м (Приложение №4).

Число часов работы котла в сутки принимается для энергетических котлов на мазуте - 20 ч.

Запас мазута принимается равным 15-суточному расходу — при доставке по железной дороге и 3 суточному — при подаче по трубопроводу (если мазут — основное топливо)

Принимается 2 резервуара емкостью по 30 000 м³ каждый.

Ответ:

Емкость, м ³	Диаметр, м	Высота, м	Масса, т
30 000	45,6	18,0	595,4

Задание 5.

Для ^{134}Cs $K_\gamma = 8.58 \frac{\text{Р}\cdot\text{см}^2}{\text{ч}\cdot\text{мкКи}}$, где K_γ — гамма — постоянная изотопа

$$D_0 = (M \cdot 8,4 \cdot t) / R^2$$

$$M = \frac{Q \cdot K_\gamma}{8,4} = \frac{5000 \cdot 8.58}{8,4} = 5107.14 \text{ — гамма — эквивалент препарата в мг — экв радия}$$

$$t = \frac{D_0 \cdot R^2}{M \cdot 8.4} = \frac{5 \cdot 0.5^2}{5107.14 \cdot 8.4} = 0.00002913754 \text{ часов} \approx 0,105 \text{ секунды}$$

Ответ: 0.105 сек. можно находиться рядом с источником.

РЕШЕНИЯ

Вариант 4

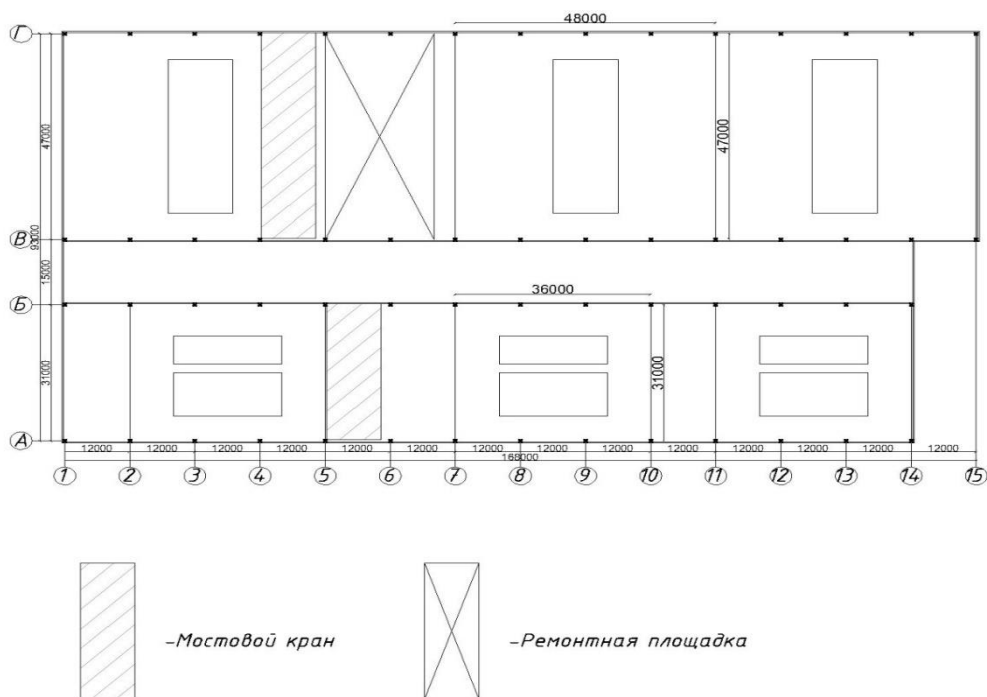
Задание 1.

- Крупная самодостаточная строительно-монтажная база, предназначенная для строительства серии энергоблоков или нескольких станций в районах со слаборазвитой инфраструктурой и значительной удаленностью от заводов-изготовителей технологического оборудования. Такая база покрывает нужды строительства в материалах, изделиях и конструкциях, на ее территории предусматривается длительное хранение всего набора поступающего оборудования, обеспечивается его ревизия, предмонтажная подготовка и укрупнение. Использование подобной строительно-монтажной базы происходит в течение 10–12 лет, а в некоторых случаях она используется как региональная, обеспечивая нужды строительства АЭС на других площадках, расположенных на удалении от строительно-монтажной базы. Для таких баз целесообразно проектировать здания и сооружения в капитальном исполнении.

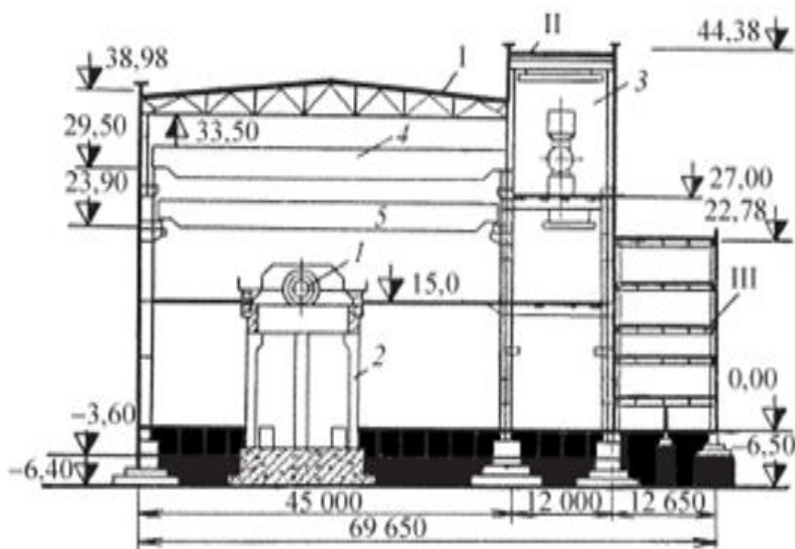
- Приобъектная строительно-монтажная база среднего размера, предназначенная для сооружения одного-двух энергоблоков АЭС, ТЭС в промышленно развитом районе с возможностью использования производственных мощностей и складских площадей, расположенных неподалеку от места строительства предприятий. Незначительная степень удаленности от большинства заводов-изготовителей и организация работ на самой строительной площадке позволяют хранить на складах такой строительно-монтажной базы только часть оборудования. Степень заводской готовности технологического оборудования позволяет вести его монтаж «с колес». Использование такой строительной базы рассчитано на 6–8 лет, поэтому для ее сооружения может оказаться целесообразным применение быстровозводимых зданий, сборно-разборных конструкций.

- Небольшая приобъектная строительно-монтажная база, предназначенная для сооружения одного-двух энергоблоков АЭС в промышленно развитом районе. Выполняет ограниченные функции, и, как правило, служит дополнением к крупным узловым базам, способным обеспечить большую часть потребностей строительства. Может быть использована приобъектная база ранее построенного промышленного объекта или строительный комбинат, предназначенный для обеспечения нужд массового строительства. В этом случае базу оснащают временными зданиями с мобильным оборудованием, предназначенным для многократного использования и быстрого перемещения. При строительстве АЭС, ТЭС с использованием подобной строительно-монтажной базы организация поставок материалов, комплектующих и технологического оборудования должна идти жестко по графику во избежание срывов сроков строительства.

Задание 2.



Задание 3.



Задание 4.

Ёмкость склада органического топлива для ТЭС:

$$V = \frac{B_{\text{ПК}} \cdot t_{\text{ПК}} \cdot n_3^{\text{ПК}} + B_{\text{ВК}} \cdot t_{\text{ВК}} \cdot n_3^{\text{ВК}}}{\rho} = \frac{251,42 \cdot 20 \cdot 10 + 0}{0,950} = 52930,53 \text{ м}^3$$

где $B^{\text{ПК}}$ и $B^{\text{ВК}}$ — часовой расход натурального топлива соответственно паровыми и водогрейными котлами, т/ч;

$t^{\text{ПК}}$ и $t^{\text{ВК}}$ — число часов работы соответственно паровых и водогрейных котлов в сутки;

$n_3^{\text{ПК}}$ и $n_3^{\text{ВК}}$ — число дней запаса топлива соответственно паровых и водогрейных котлов;

ρ — объёмная плотность топлива, т/м.

Число часов работы котла в сутки принимается для энергетических котлов на мазуте — $t^{\text{ПК}} = 20$ ч.

10-суточному расходу — для электростанций с сезонной подачей газа (если мазут — резервное топливо), для энергетических и водогрейных котлов одинаково ($n_3^{\text{ПК}} = 10$ сут).

Запас мазута хранится в цилиндрических резервуарах. На ТЭЦ резервуары должны быть одинаковой емкости и не меньше двух. Диаметр резервуаров определяется по табл. 2 (Приложение №2).

Ответ:

Емкость, м3	Шт.	Диаметр, м	Высота, м	Масса, т
20000	3	45,6	18,0	595,4

Задание 5.

Доза на расстоянии R от источника отсутствия защиты определяется по формуле:

$$D_0 = (M \cdot 8,4 \cdot t) / R^2$$

где $M = (Q \cdot K_\gamma) / 8,4$ — гамма-эквивалент препарата, мг- экв. радия;

K_γ — гамма-постоянная изотопа, $\text{Р} \cdot \text{см}^2 / (\text{ч} \cdot \text{мкКи})$;

Q — активность источника излучения, мКи;

8,4 — гамма-постоянная радия, в $\text{Р} \cdot \text{см}^2 / (\text{ч} \cdot \text{мкКи})$;

t — время, ч.

Для определения расстояния, на котором следует находиться от точечного источника получаем из выше указанной формулы:

Для стронция $^{75}\text{Sr} K_\gamma = 2,94 \text{Р} \cdot \text{см}^2 / (\text{ч} \cdot \text{мкКи})$,

Активность $Q = 3,0$ Ки, время,

Проведенное в заражённой зоне — 6 ч.,

Годовой предел дозы $D_0 = 5$ бэр, следовательно: $M = (3 \cdot 2,94) / 8,4 = 1,05$

$$R = \sqrt{(M \cdot 8,4 \cdot t) / D_0}$$

$$R = \sqrt{(1,05 \cdot 8,4 \cdot 6) / 5} = 3,25 \text{ м.}$$

Ответ: На расстоянии 3.25 м.



ОТКРЫТАЯ МНОГОПРОФИЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА
**«СТРОИТЕЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА
ИМЕНИ Н.С. СТРЕЛЕЦКОГО»**



Инжиниринг и
строительство
объектов атомной
энергетики

Заключительный этап
17 февраля 2024 года