

**Дисциплина «Оборудование
предприятий отрасли»
Урок № 27 от 30.10.20**

**Тема 4.3 Трубчатые печи.
Классификация и принцип работы
трубчатых печей.**

**Трубные змеевики и гарнитура
печей. Основные конструктивные
элементы печей.**

Цель урока : Формирование представлений о трубчатых печах , их конструктивных особенностях и технологических процессах в которых они участвуют. Способах передачи тепла. Конструкции и способах соединения змеевиков. Конструкционный материал для изготовления трубных змеевиков .
Классификация трубчатых печей.

Задачи:

1Изучение основных понятий:

- конструкция и область применения конвективных и радиантных трубчатых печах. Преимущества и недостатки
- устройство и принцип работы.
- эксплуатация и особенности ремонта
- выполнение схем теплообмена
- выполнение контрольного задания.

3 Планируемый результат урока:

Знает:

Виды и область применения трубчатых печей. Устройство и принцип работы .

Умеет:

Работать со схемой передачи тепла в печах различного вида. Объяснять способы соединения трубных змеевиков и последовательность расшифровки конструкционных материалов

СПОСОБЫ ПЕРЕДАЧИ ТЕПЛА

1 Теплопроводность

2 Конвекция

3 Излучение (радиантность)

Конвекция- перенос тепла из одной точки пространства в другую, обусловленным движением частиц среды (одной относительно другой) из области с одной температурой в область с другой температурой.

Различают **вынужденную и свободную конвекцию**.

Вынужденная конвекция- перемещение среды обусловлено каким-либо внешним источником, например насосом, вентилятором, ветром и т.д

Свободная конвекция обусловлена разностью плотностей холодных и горячих участков среды. Вблизи нагретой поверхности плотность среды меньше, поэтому вблизи поверхности нагрева наблюдается восходящий поток нагретой среды и в удалении от нагретой поверхности потоков более холодной среды. **Например охлаждение жидкостей в резервуарах, градирнях, емкостях.**

Трубчатые печи (ТП)



Трубчатые печи (ТП) предназначены для **высокотемпературного** нагрева углеводородного сырья. Нагрев нефтепродуктов в ТП связан с излучением тепла от нагретых газов к стенке трубы, передачей тепла теплопроводностью через стенку трубы и вынужденной конвекцией внутри трубы. В трубчатых печах (ТП) нагреваемое сырье движется в трубах змеевика, а горячие продукты сгорания омывают трубы снаружи

Классификация трубчатых печей

I. По числу радиантных камер

Однокамерные;
Двухкамерные;
Многокамерные.

II. По технологическому назначению

Нагревательные;
Реакционно-нагревательные.

По конфигурации

1. Вертикальные цилиндрические;
2. Коробчатые;
 - 2а. с наклонным сводом;
 - 2б. с плоским сводом.

**IV. По количеству трубных экранов
радиантной камер**

С однорядными экранами;

С двухрядными экранами.

**V. По направлению движения потока
дымовых газов**

С входящим потоком;

С нисходящим потоком;

С горизонтальным потоком.

Показатели работы печи

*Производительность, т/сут;
Полезная тепловая нагрузка, кВт;
Коэффициент полезного действия.*

Показатели, характеризующие эксплуатационное состояние печи

- температура сырья на выходе,*
- температура дымовых газов над перевальной стеной,*
- давление в змеевике.*

УСТРОЙСТВО ТРУБЧАТОЙ ПЕЧИ

Печи нагрева нефти состоят из таких элементов, как: камера радиации с радиантными змеевиками, с необходимыми для обслуживания печи люками - лазами и горелочными устройствами (кроме того, камера радиации печи нагрева нефти оснащена системой пожаротушения)

камера конвекции, оборудованная конвективными трубными пучками и теплоутилизирующими поверхностями

газоходы и дымовая труба с регулирующими шиберами.

Для предотвращения потери тепла в окружающую атмосферу, печи нагрева нефти и нефтепродуктов футеруется (обкладывается) огнеупорными и теплоизоляционными материалами.

ОСНОВНЫЕ УЗЛЫ ТРУБЧАТЫХ ПЕЧЕЙ

1) Змеевики

2) Гарнитура

3) Каркас

4) Обмуровка

5) Приборы для сжигания топлива

СХЕМА ТРУБЧАТОЙ ПЕЧИ

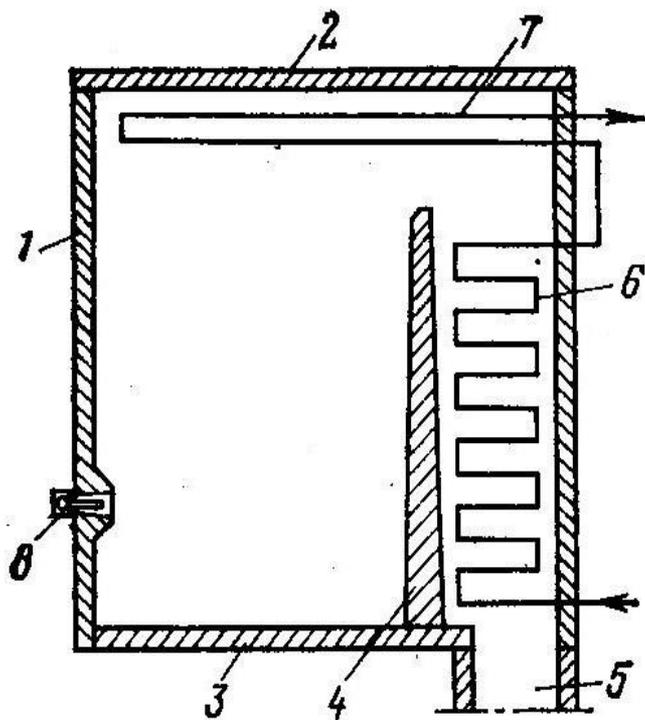


Рис. VII-1. Схема однокамерной радиантно-конвекционной печи:

1 — стены; 2 — свод; 3 — под; 4 — перевальная стена; 5 — боров (дымоход); 6 — трубный змеевик конвекционной камеры; 7 — трубный змеевик радиантной камеры; 8 — форсунка.

Трубчатая печь для нагревания жидких продуктов, работающая на газообразном топливе.

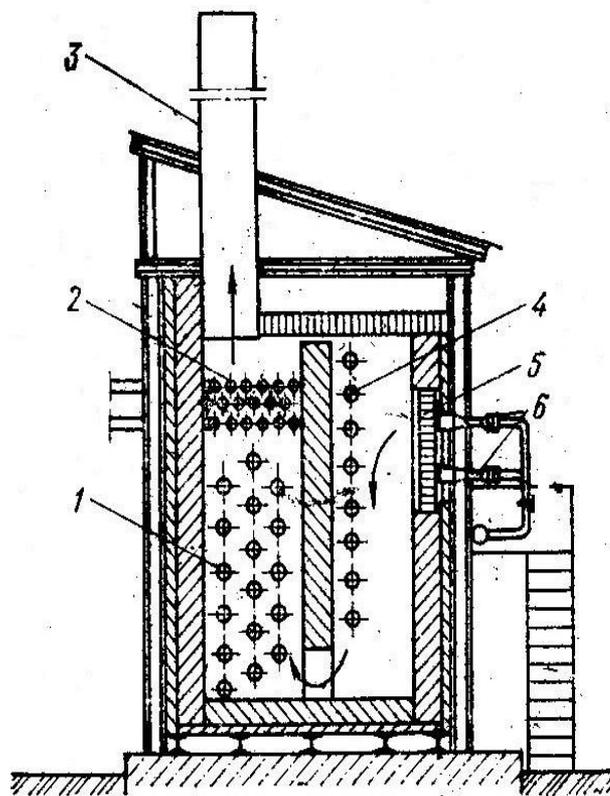


Рис. 110. Трубчатая печь для нагрева жидких продуктов:

1 — конвективная теплообменная поверхность, 2 — змеевик-подогреватель, 3 — дымовая труба, 4 — радиантная нагревательная поверхность, 5 — излучающая панель, 6 — газовые горелки

Горючий газ, выходя из сопла горелки 6, смешивается с воздухом и поступает на пористую панель 5 из керамического материала.

Раскаленная поверхность испускает мощный поток тепловой радиации.

Образовавшиеся топочные газы с высокой температурой поступают в первую по ходу **радиантную часть рабочего пространства печи**, нагревая змеевик 4. **Во второй — конвективной части печи 1** — теплота от несколько охлажденных газов передается за счет конвекции. Газы удаляются через дымовую трубу (боров) 3.

Змеевики трубчатой печи

Прямые трубы соединены в змеевик приварными калачами или двойниками.

Способ соединения труб змеевика трубчатой печи ретурбендами позволяет осматривать их внутреннее состояние

Основные параметры змеевиков радиантных и конвективных трубчатых печей:

- температура стенки труб змеевика до 650°С
- рабочее давление до 16 МПа (160 кгс/см).
- диаметр труб, мм 57 до 426.
- длина труб, м не более 26

Материал змеевиков сталь: 20-ГОСТ1050-88, 15Х5М ГОСТ 20072-74, 12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т, 20Х23Н18, ГОСТ 5632-72.

Змеевик трубчатой печи



Змеевик трубчатой печи

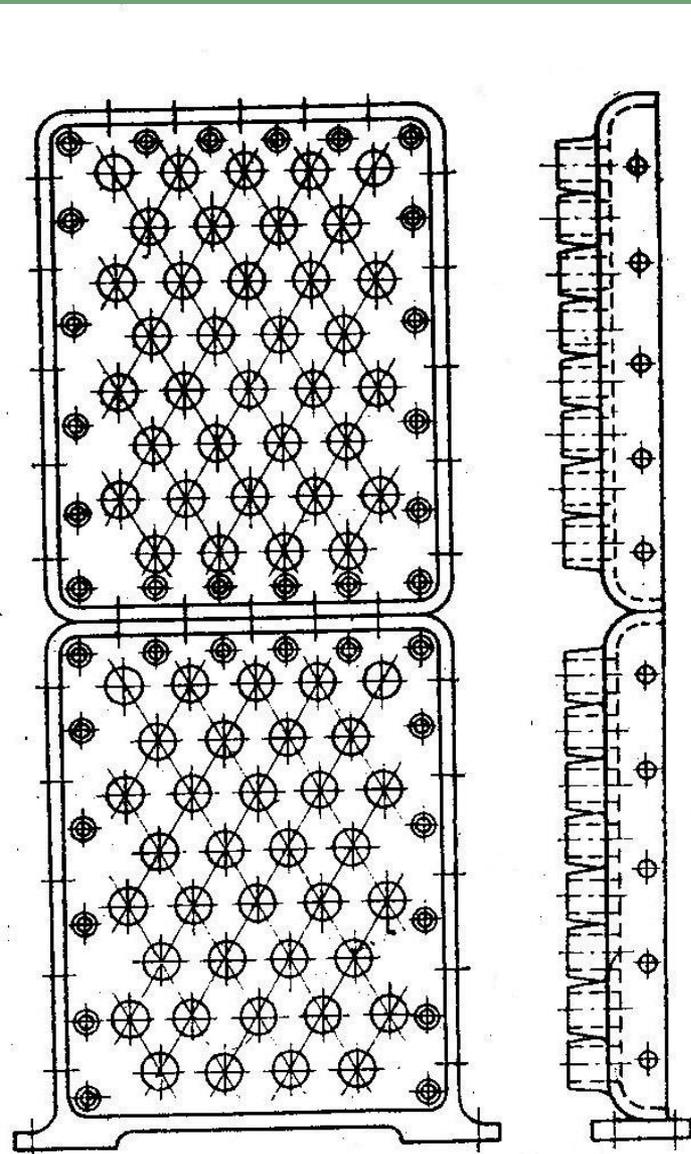


Гарнитура ТП

К **гарнитуре печи** относят трубные решетки, трубные подвески, предназначенные для предотвращения провисания труб, лазы, гляделки, смотровые окна, обеспечивающие наблюдение за состоянием печи.

Трубные решетки изготавливают из чугуна СЧ 21-40 (Т до 800 °С) и из жаропрочных сталей. Трубные подвески, находящиеся в радиантной камере изготавливают из жаропрочных и окалиностойких сталей и защищают изолирующим слоем или торкретирующим раствором (шамотный порошок, глина и изоляционный материал)

Трубная решетка конвекционной камеры



Для крепления трубных решеток конвекционной камеры, состоящих из отдельных секций по торцам печей устанавливают рамы, приваренные к элементам ферм.

Самую нижнюю секцию решетки устанавливают на фундамент, которую для этого снабжают специальными лапами

Трубная решетка радиантной камеры и подвески для труб

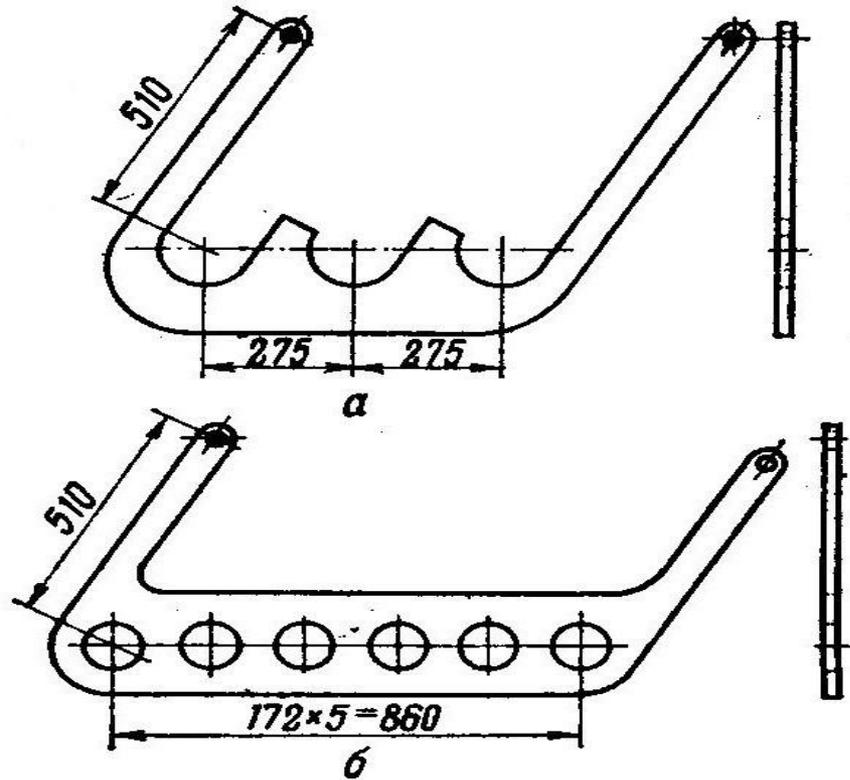
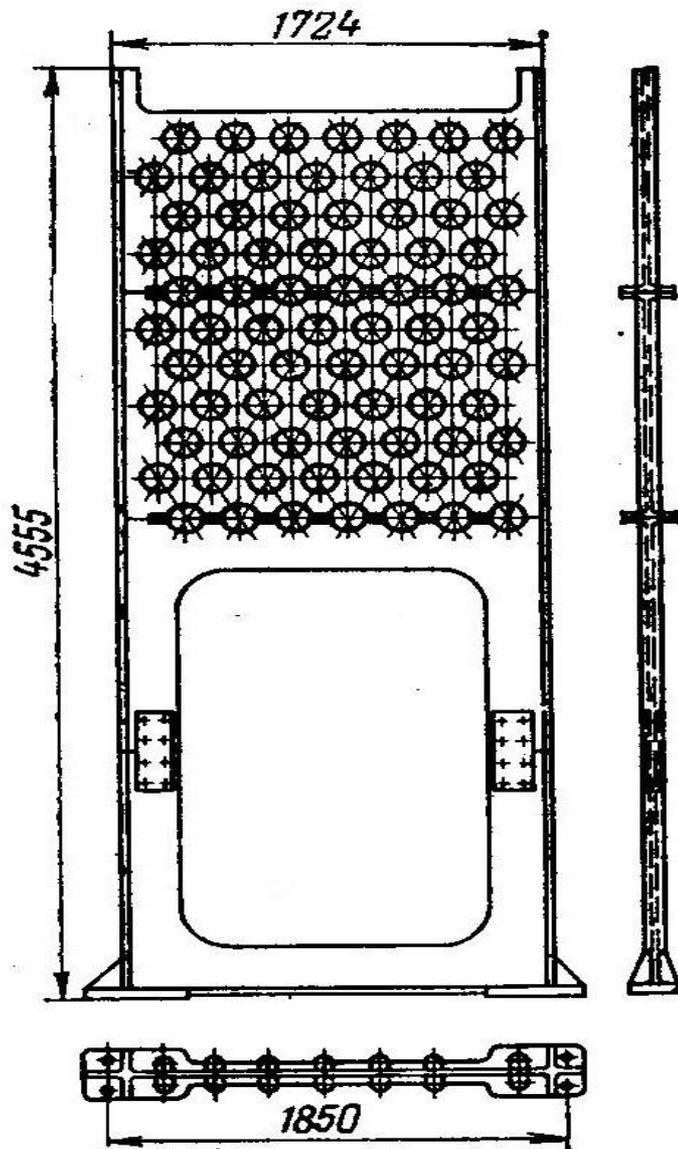
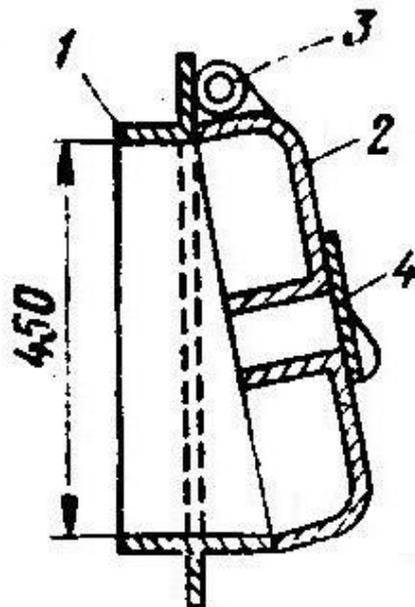
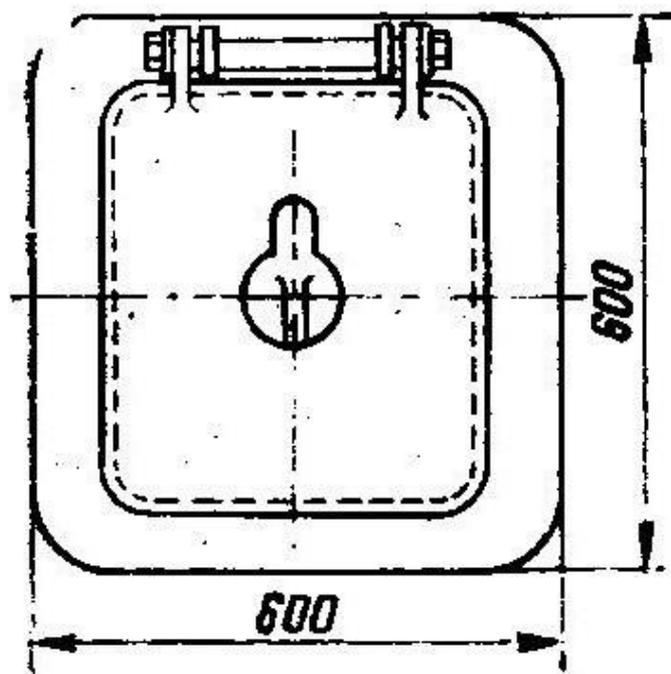


Рис. V-5. Подвеска для труб:
а — открытая; б — закрытая

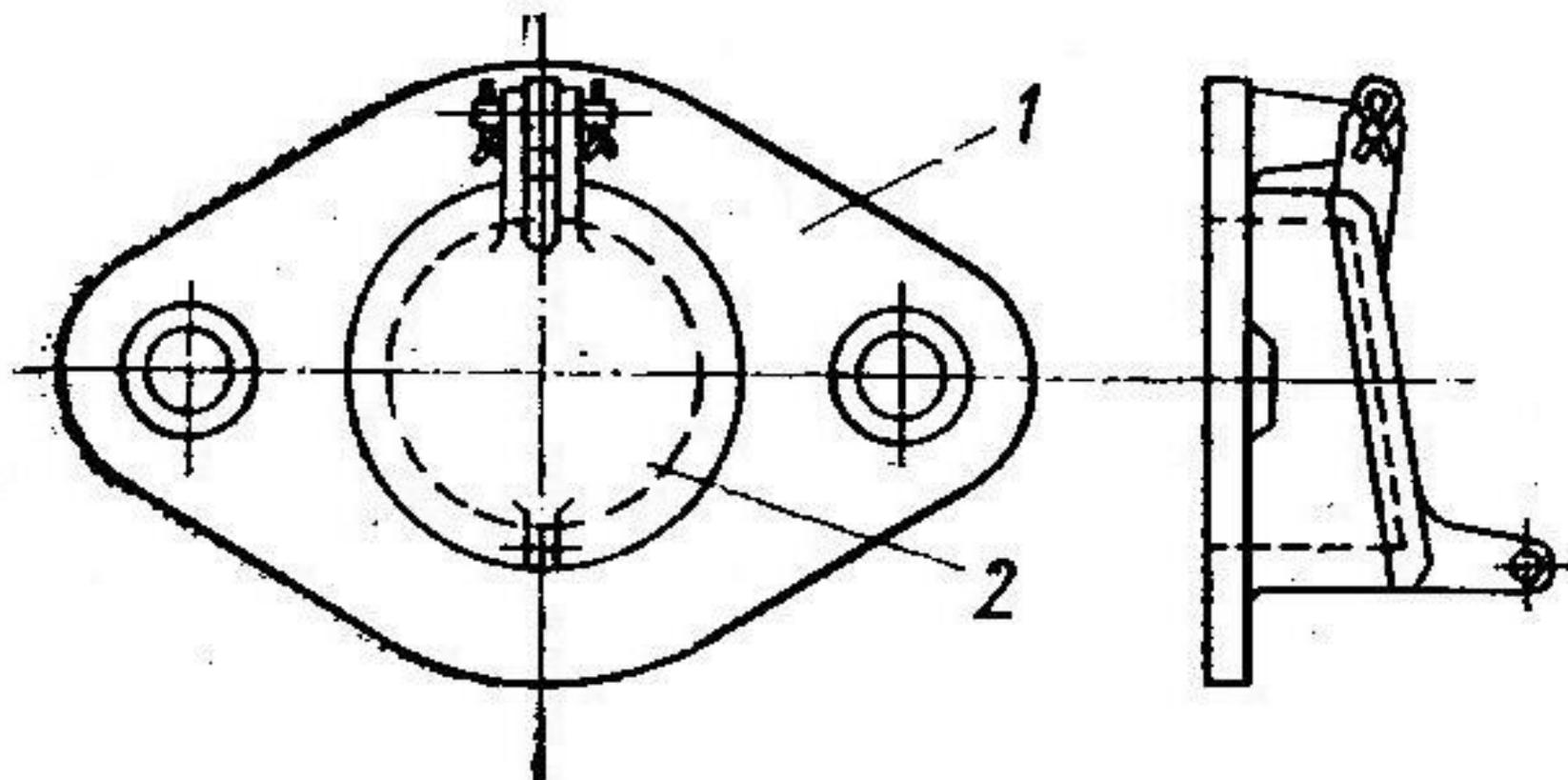
←
Рис. V-4. Трубная решетка

Предохранительное окно предназначено для ослабления силы взрыва в топке печи в случае нарушения нормального режима. При ремонте им пользуются как лазом



1 корпус
2- крышка
3- ось шарнира
4-заслонка

Смотровое окно печи



Смотровое окно печи:

1 — корпус; 2 — хлопушка.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1 Каким названием объединены вспомогательные изделия печи – подвески, крюки, решетки, смотровые и предохранительные окна?

- A) обтюратор
- B) ретурбенд
- C) гарнитура
- D) реборда
- E) раструб

2 Для чего предназначены трубчатые печи?

- A) для термического крекинга
- B) для сжигания нефти
- C) для высокотемпературной обработки нефтепродуктов
- D) для низкотемпературной обработки нефтепродуктов
- E) для удаления влаги из продукта

3 Какое значение КПД характерно для большинства трубчатых печей?

- A) более 100%
- B) 65-85%
- C) 100%
- D) 20-30%
- E) 30-40%

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

4 Какой способ соединения труб змеевика трубчатой печи позволяет осматривать их внутреннее состояние?

- A) ретурбендами
- B) сваркой
- C) фланцами
- D) в раструб
- E) на резьбе

5 В какой части трубчатой печи происходит нагрев поверхности труб за счет лучистой энергии факела сжигаемого топлива?

- A) в конвективной камере
- B) в радиантной камере
- C) в дымоходе
- D) в дымовой трубе
- E) над перевальной стеной

6 В какой части трубчатой печи происходит омывание труб дымовыми газами?

- A) в конвективной камере
- B) в радиантной камере
- C) в дымоходе
- D) в дымовой трубе
- E) над перевальной стеной