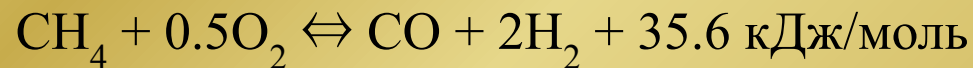
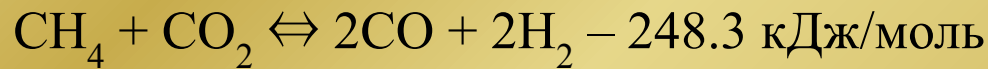
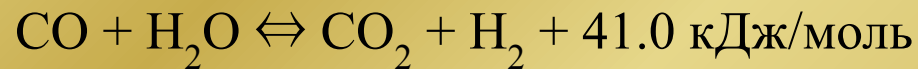
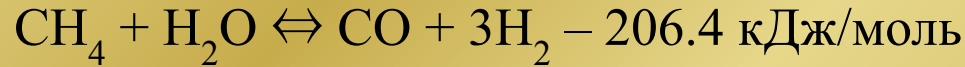


*Новые технологии переработки
природного газа в ценные
химические продукты*

д.т.н., профессор Сосна Михаил Хаймович

КАТАЛИТИЧЕСКАЯ КОНВЕРСИИ МЕТАНА. ОСНОВНЫЕ РЕАКЦИИ



Автотермический процесс

$$\Sigma Q_{\text{реак.}} = \Sigma Q_{\text{гор.}}$$

Шахтная
конверсия

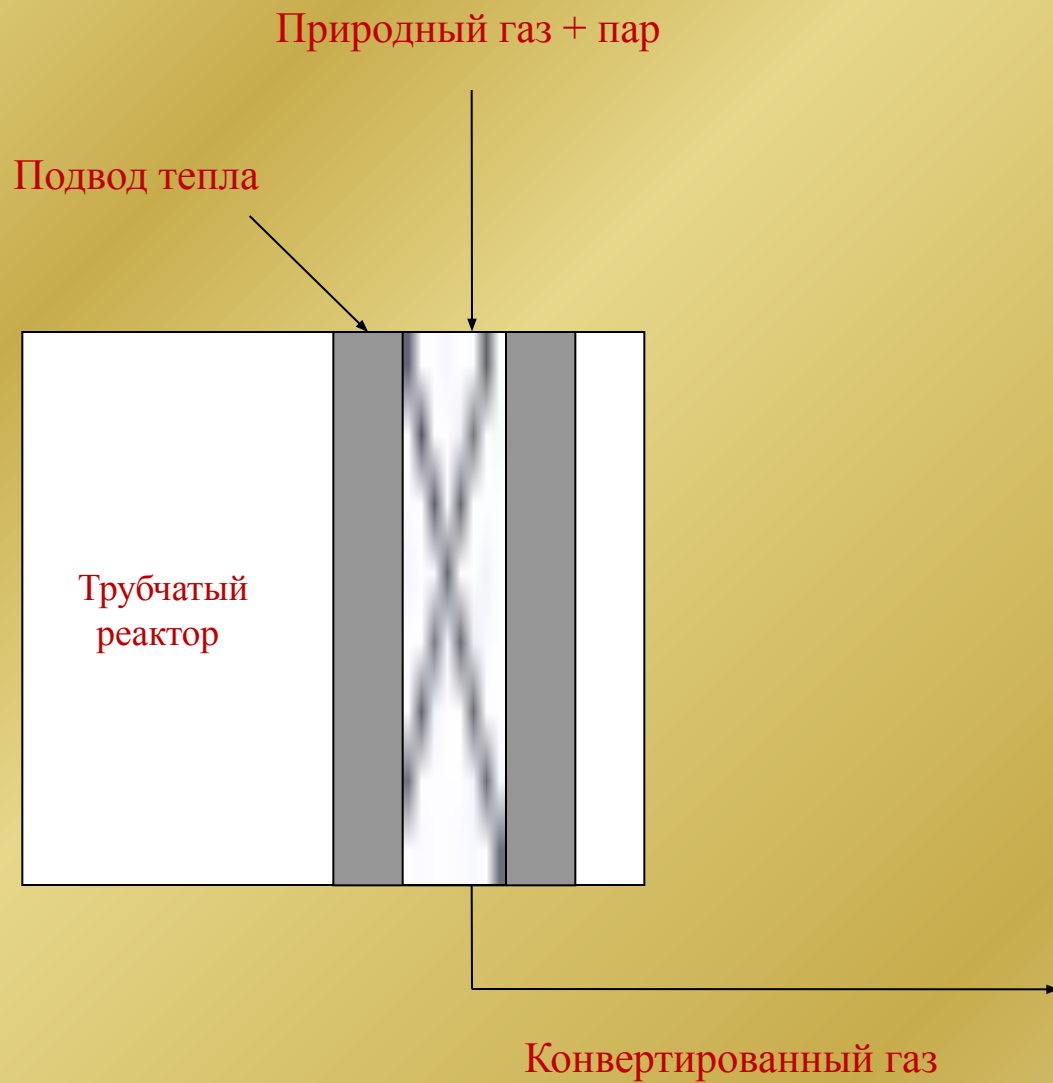
ВТКМ

С подводом тепла

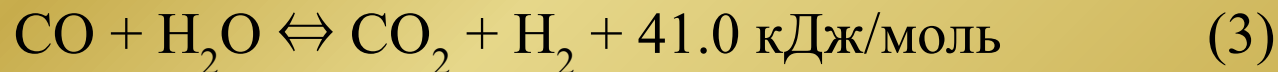
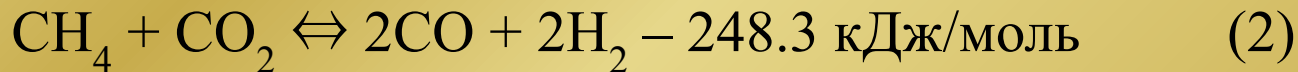
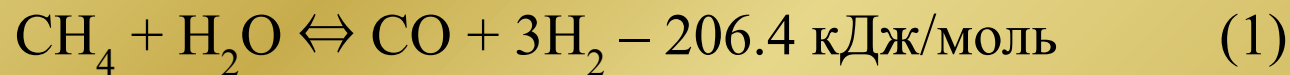
$$\Sigma Q_{\text{реак.}} = \Sigma Q_{\text{подв.}}$$

Трубчатая конверсия

Схема газовых потоков в процессе конверсии в трубчатой печи



Основные реакции процесса конверсии в трубчатой печи

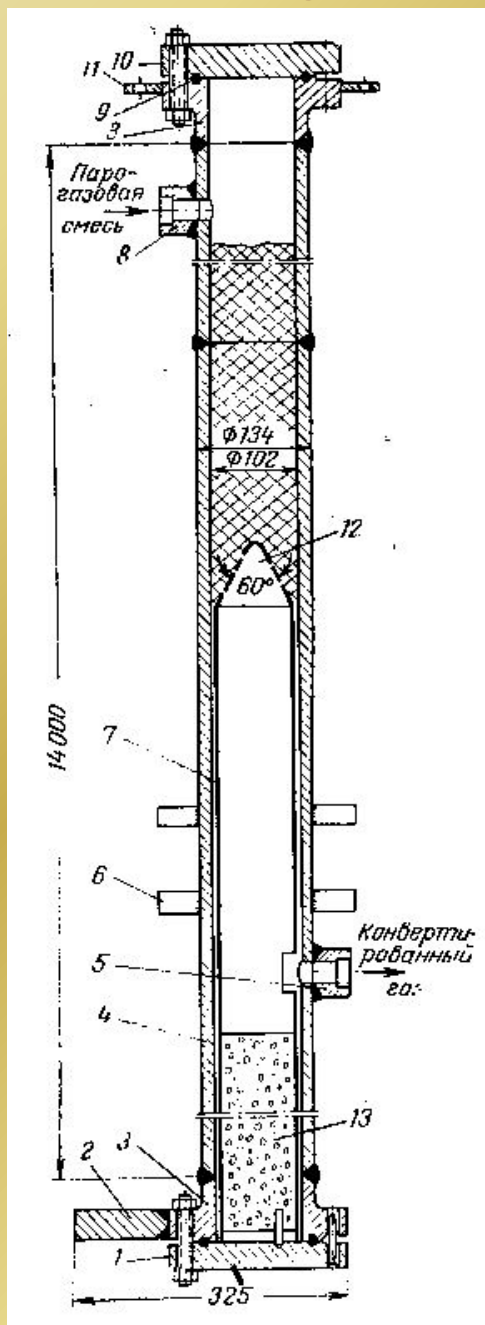


$$Kp_1 = \frac{P_{\text{CO}} \cdot P_{\text{H}_2}^3}{P_{\text{CH}_4} \cdot P_{\text{H}_2\text{O}}}$$

$$Kp_2 = \frac{P_{\text{CO}}^2 \cdot P_{\text{H}_2}^2}{P_{\text{CH}_4} \cdot P_{\text{CO}_2}}$$

$$Kp_3 = \frac{P_{\text{CO}_2} \cdot P_{\text{H}_2}}{P_{\text{CO}} \cdot P_{\text{H}_2\text{O}}}$$

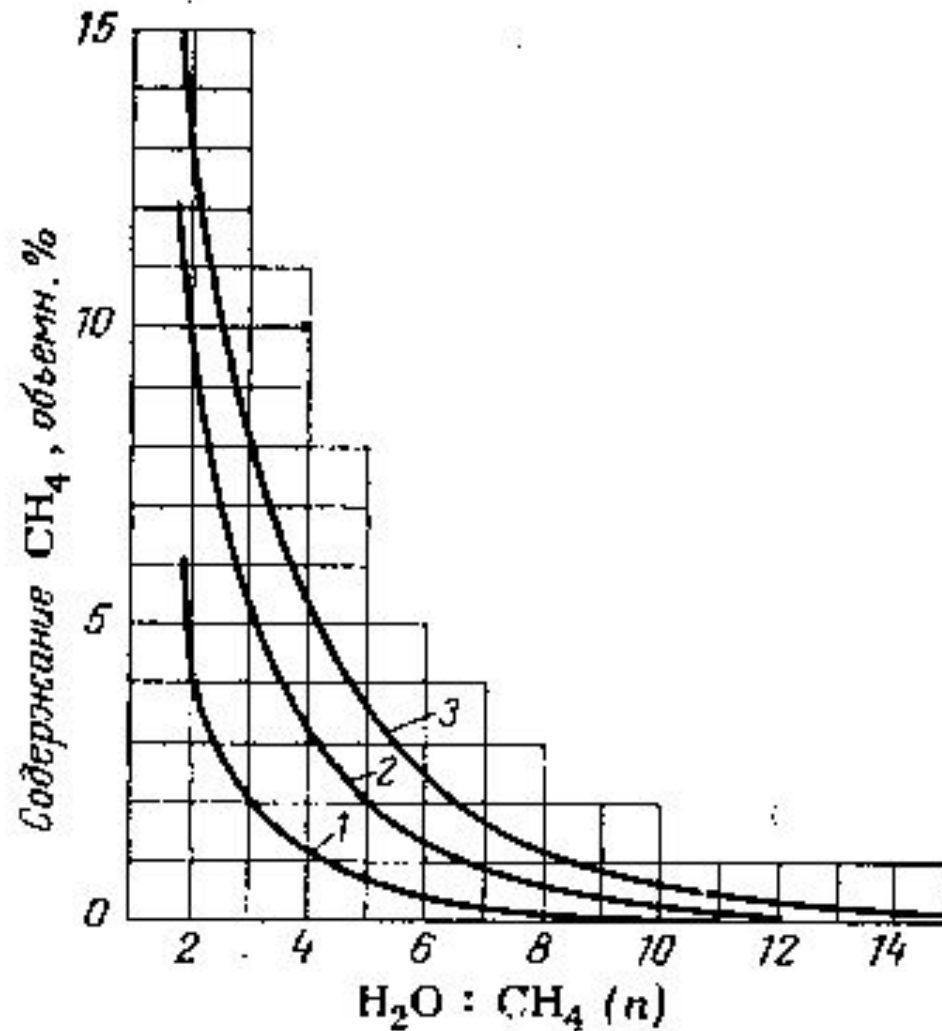
Реакционная прямоточная труба, работающая при давлении до 32 ат



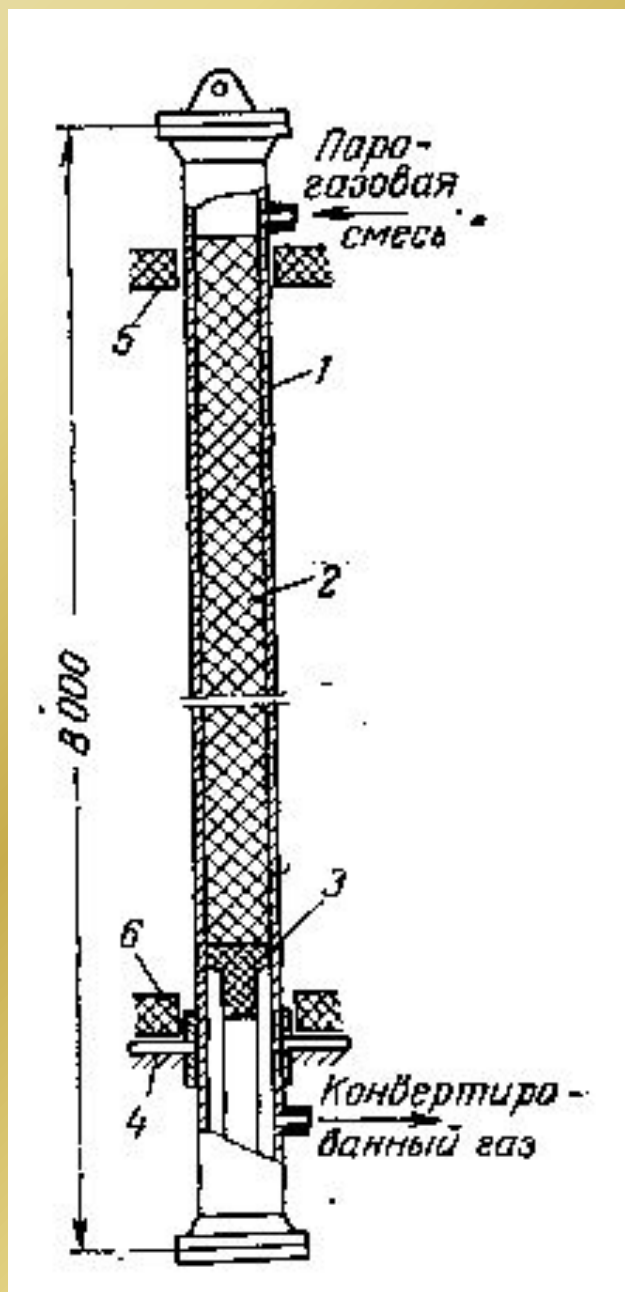
- 1 — нижняя крышка;
- 2 — опорный стержень;
- 3 — фланец;
- 4 — корпус трубы;
- 5 — бобышка к газоотводящей трубке;
- 6 — планки для распределителей (сепараторов) трубного экрана;
- 7 — опорный стакан катализаторной решетки;
- 8 — бобышка к газоподводящей трубке;
- 9 — уплотняющие кольца;
- 10 — верхняя крышка;
- 11 — серьги для подвески реакционной трубы;
- 12 — коническая катализаторная решетка;
- 13 — теплоизоляционный блок из бетона

Зависимость концентрации остаточного метана от отношения $\text{H}_2\text{O} : \text{CH}_4$ при каталитической конверсии метана водяным паром ($T = 827^\circ\text{C}$):

1- при 10 атм.; 2- при 20 атм.; 3- при 30 атм

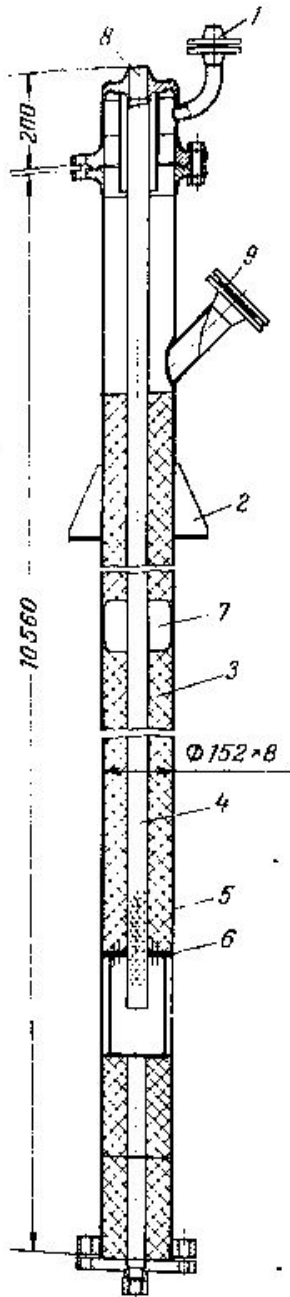


Прямоточная реакционная труба низкого давления



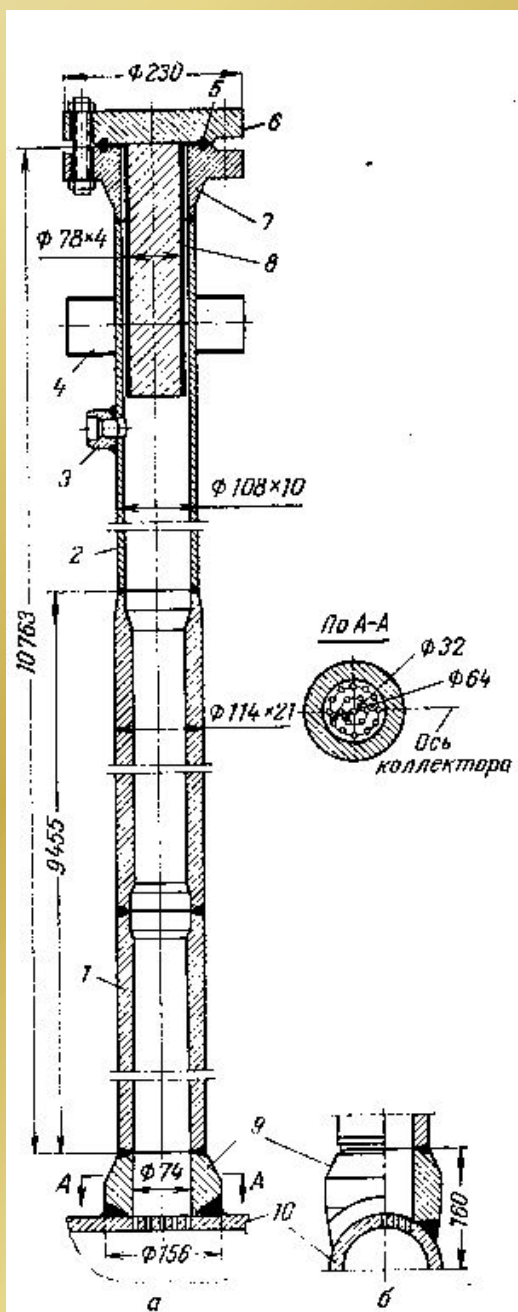
- 1 — труба;
- 2 — катализатор;
- 3 — катализаторная решетка;
- 4 — нижняя опора;
- 5 — свод;
- 6 — свод печи

Реакционная труба низкого давления с внутренним отводом конвертированного газа



- 1 — газоподводящий штуцер;
- 2 — опорная лапа;
- 3 — катализатор;
- 4 — внутренняя газоотводная труба;
- 5 — реакционная труба;
- 6 — катализаторная решетка;
- 7 — ребра для центровки внутренней трубы;
- 8 — газоотводящий штуцер;
- 9 — люк для загрузки катализатора

Реакционная прямоточная труба, работающая при давлении до 37 ат



а — разрез вдоль оси коллектора;

б — поперечный разрез;

1, 2 — нижняя и верхняя части реакционной трубы;

3 — бобышка к газопроводящей трубке;

4 — опора для пружинной подвески;

5 — уплотняющие кольца;

6 — верхняя крышка;

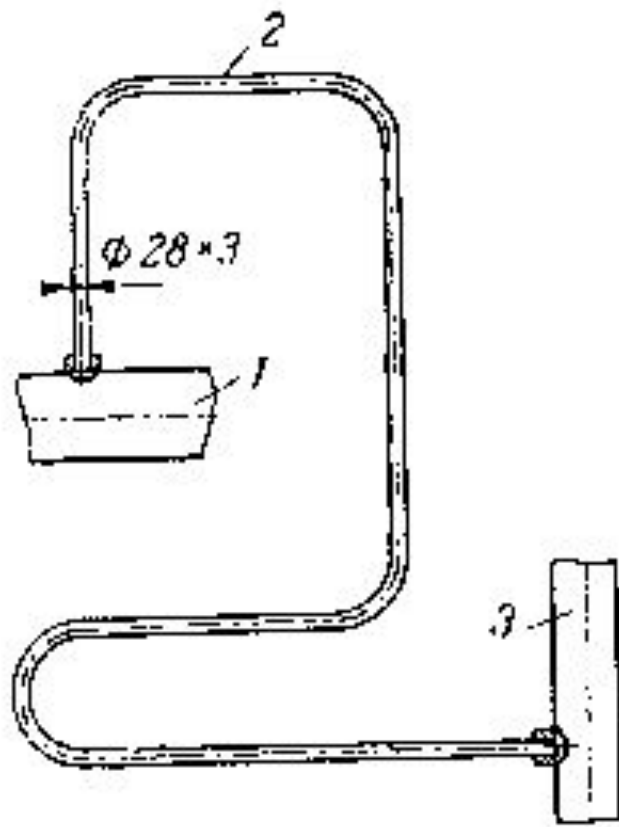
7 — верхний фланец с буртом;

8 — теплоизоляционный блок;

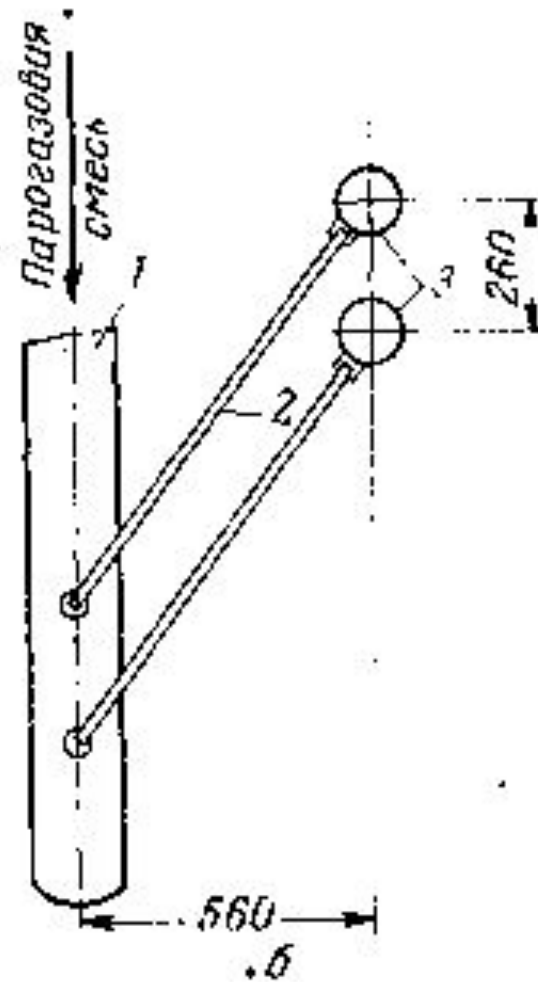
9 — бобышка для приварки трубы к коллектору;

10 — секционный коллектор

Узел подвода парогазовой смеси:
а — вид сбоку; б — вид сверху;
1 — коллектор; 2 — газоподводящие трубки;
3 — реакционная труба

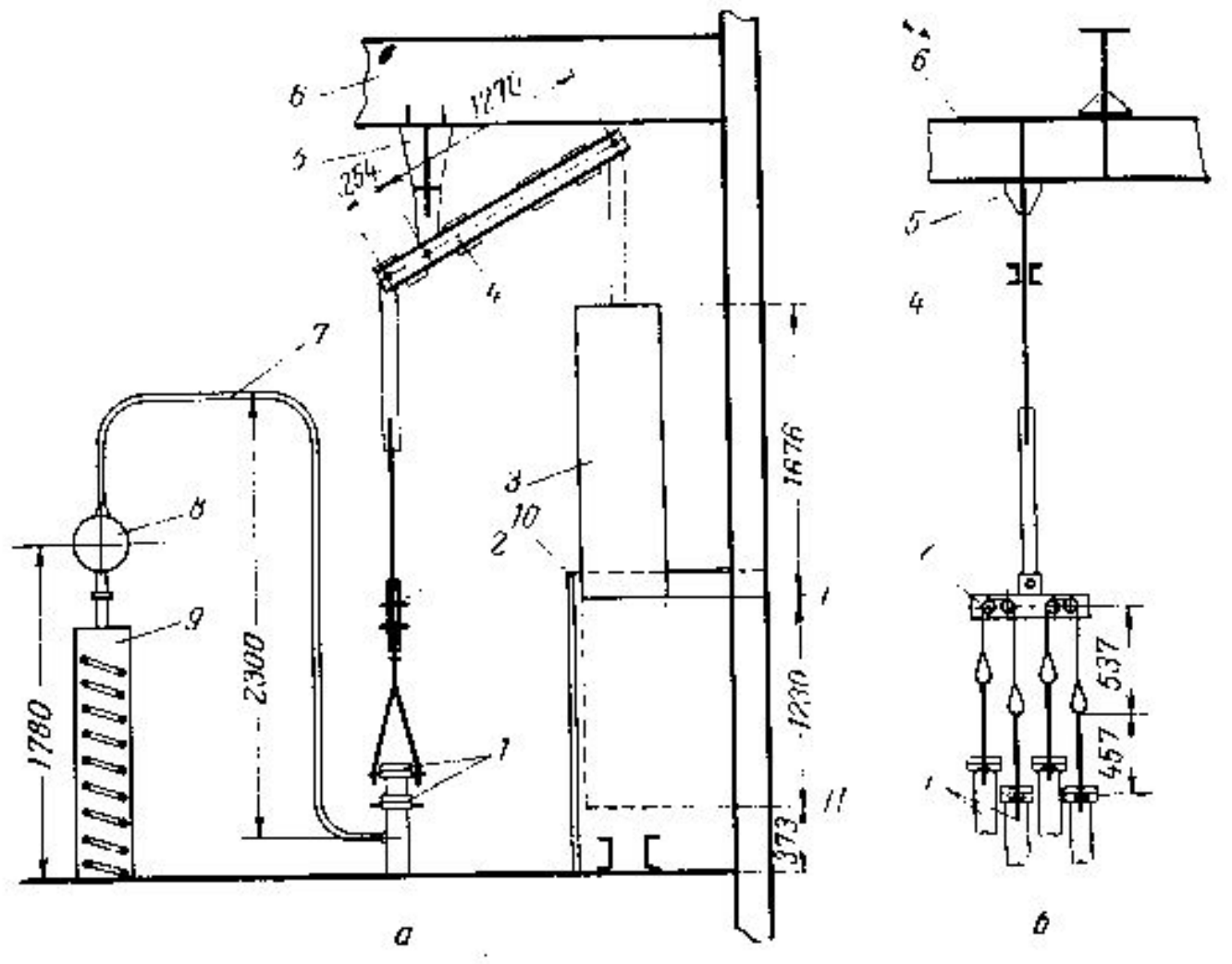


а



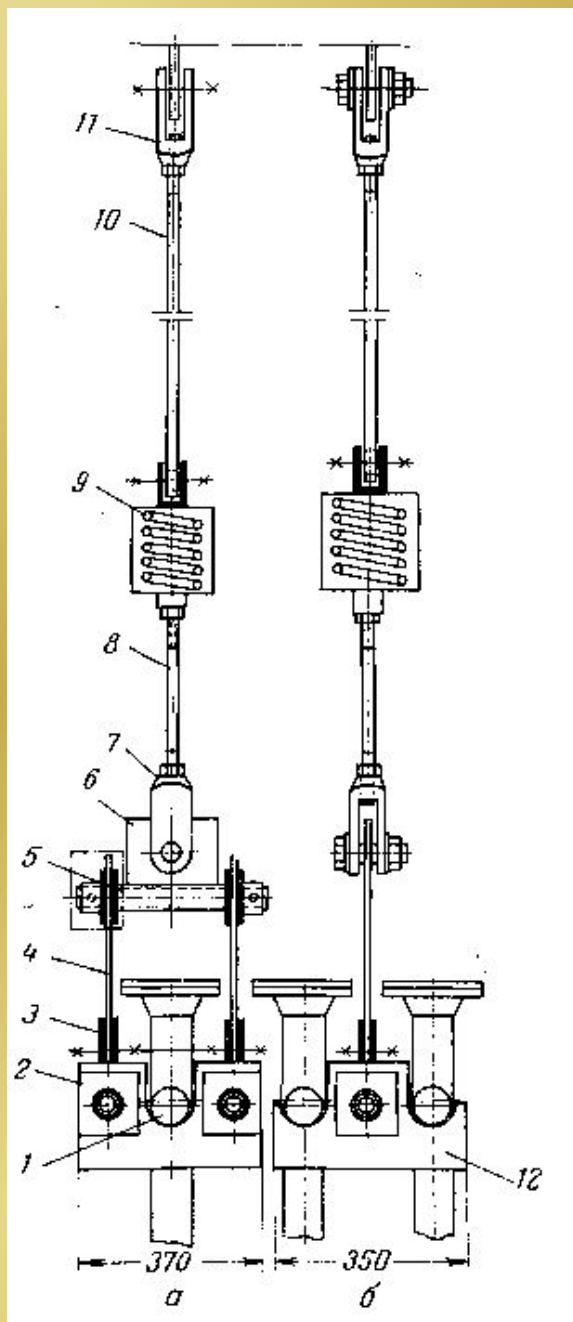
б

Система компенсации термического удлинения труб с нижней опорой



а — общий вид; б — вид одной секции подвески; 1 — реакционные трубы; 2-траверс; 3 — противовес; 4 — коромысло; 5 — кронштейн; 6 — каркас печи 7 — газоподводящая трубка; 8 — коллектор парогазовой смеси; 9 — опорная пружина (I и II — положение нижней грани противовеса соответственно при холодном и горячем состоянии труб)

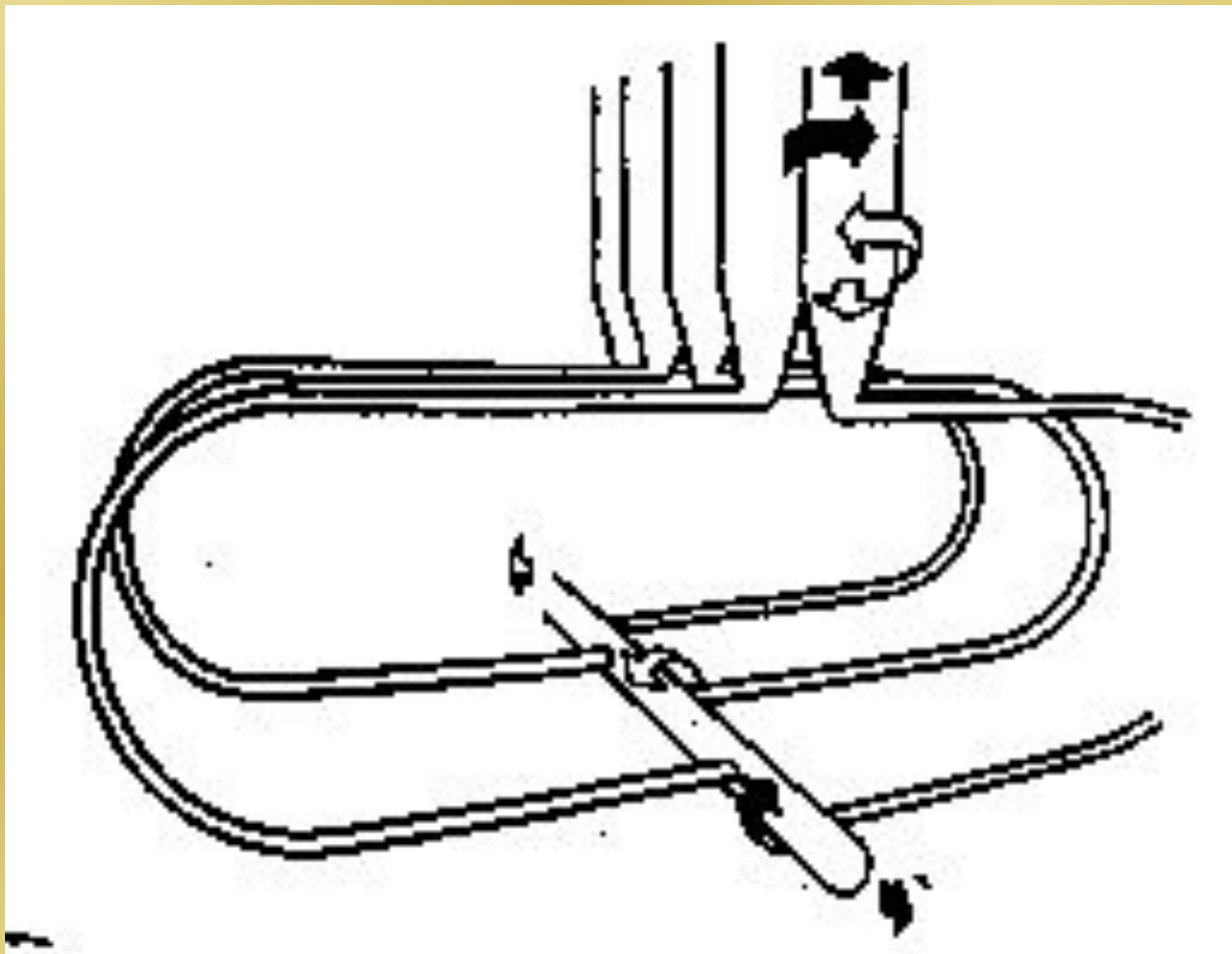
Система пружинной подвески реакционных труб, удлиняющихся вниз



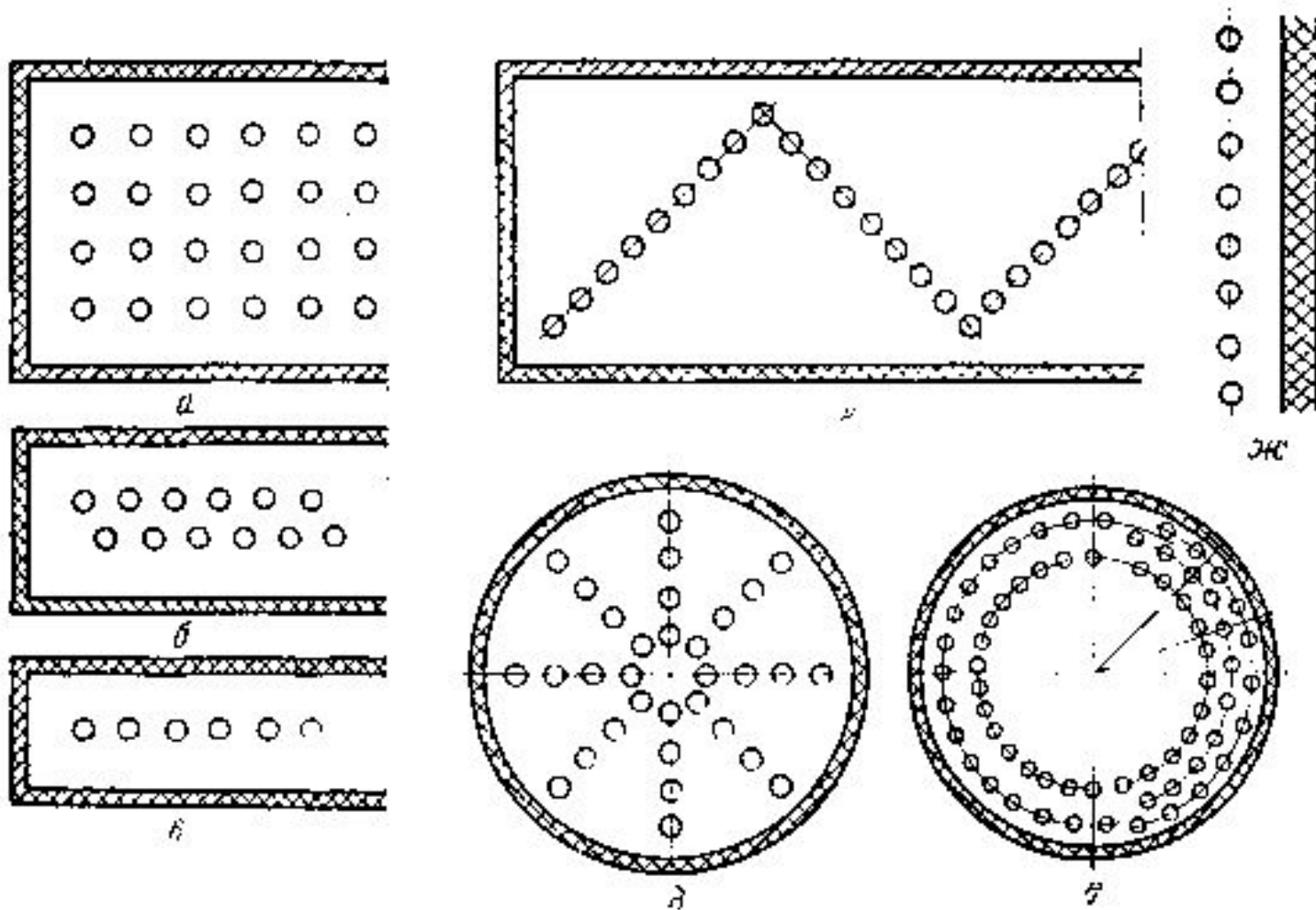
а — для одной трубы;
б — для двух труб;

1 — опора трубы;
2, 3, 6 — накладки;
4 — планка;
5 — ось подвески;
7, 11 — серьги;
8, 10 — стержни;
9 — пружина;
12 — опорная плита

Нижний газоотводящие трубки-компенсаторы (темными стрелками показаны усилия сжатия, растяжения и скручивания при разогреве, светлыми при охлаждении)

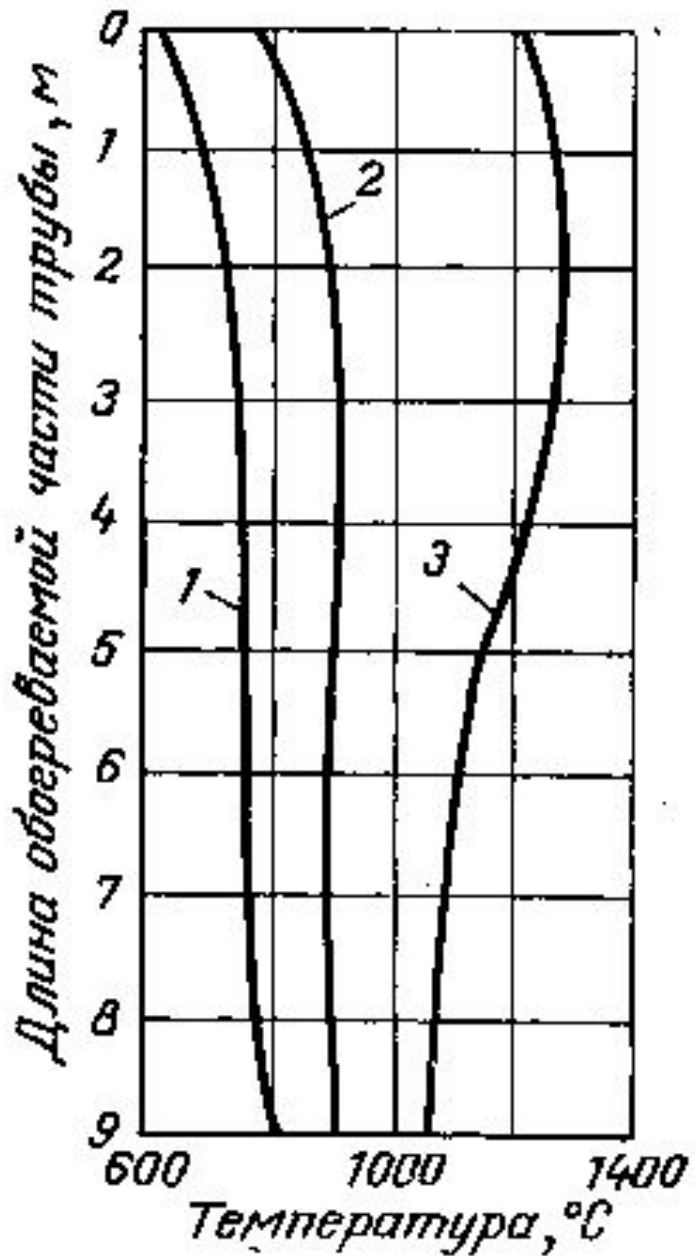


Типы трубных экранов и конфигурации топочных камер трубчатых печей



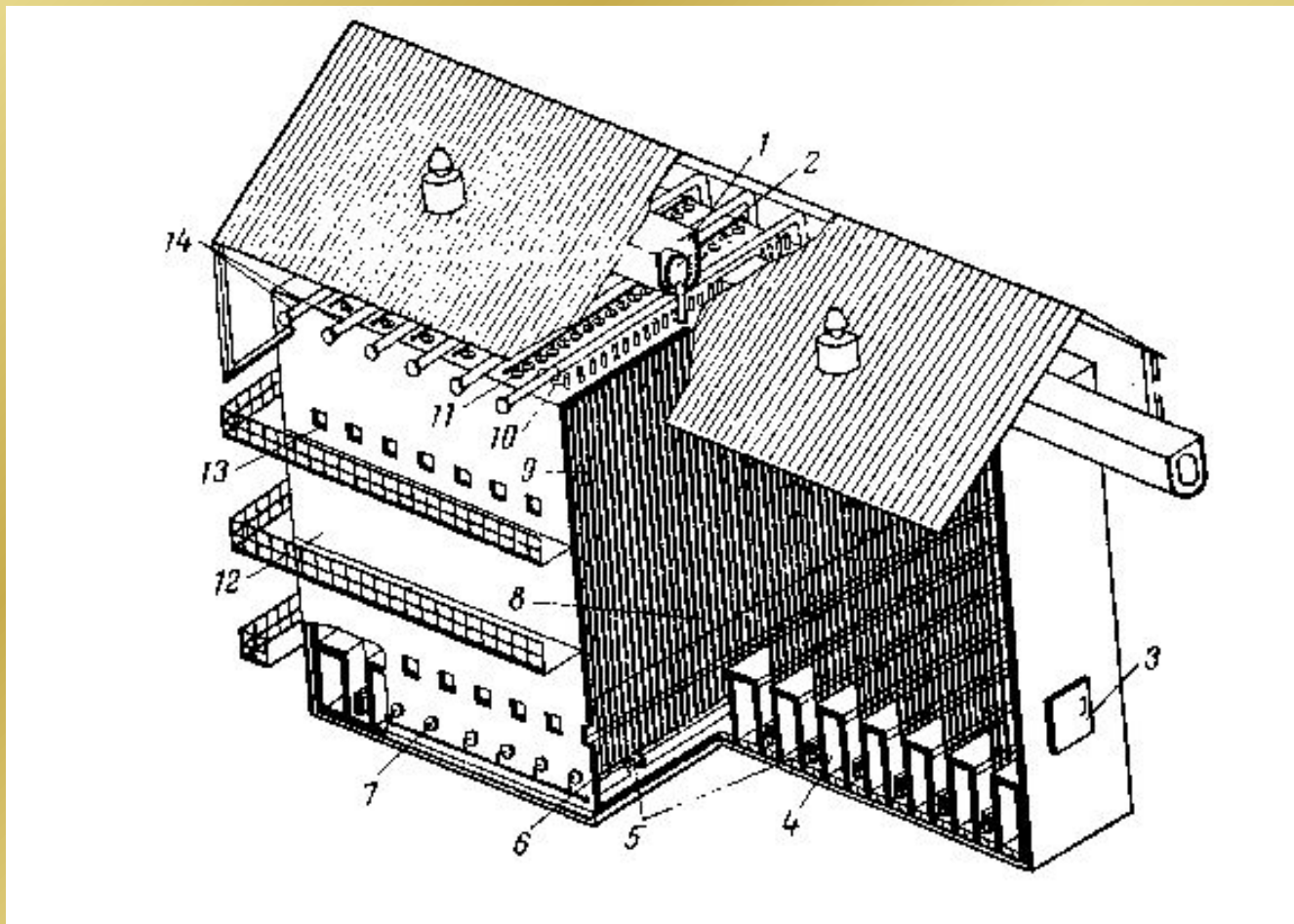
- а — многорядный экран в прямоугольной печи;
- б — двухрядный экран в прямоугольной печи; в — однорядный экран в прямоугольной печи; г — однорядный экран в виде ломаной линии в прямоугольной печи;
- д — радиальный экран в цилиндрической печи; е — кольцевой экран в цилиндрических печах;
- ж — однорядный экран с односторонним обогревом в прямоугольной печи

Распределение температур по высоте топочной камеры



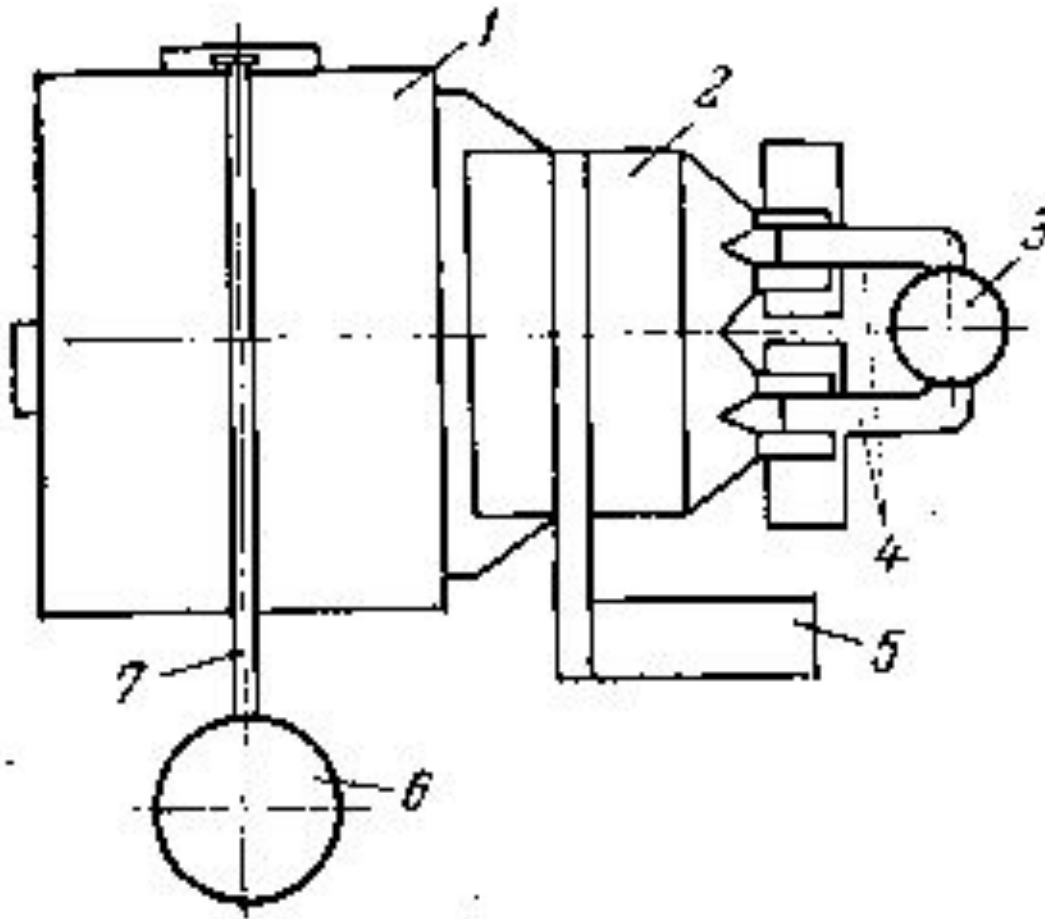
- 1 — температура газа в слое катализатора;
- 2 — температура стенки реакционной трубы;
- 3 — температура дымовых газов

Общий вид топочной (радиационной) камеры многорядной трубчатой печи



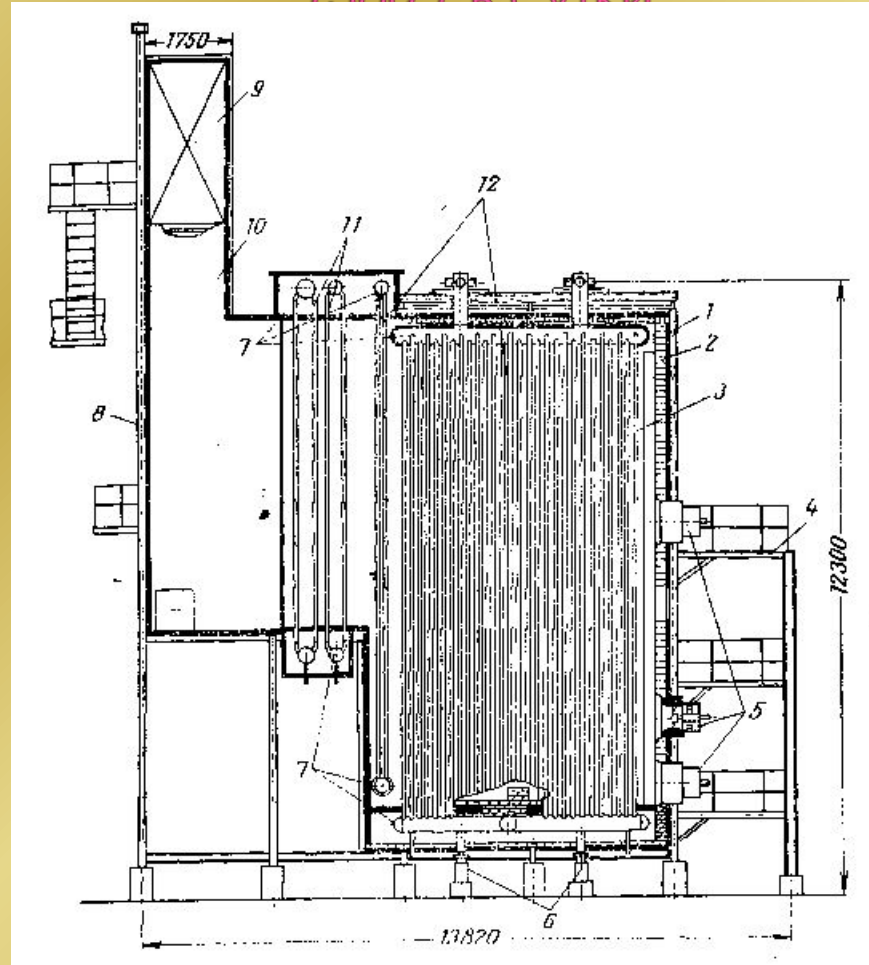
1 — водяная рубашка; 2 — общий футерованный коллектор конвертированное газа;
3 — люк-лаз; 4 — сборные газоходы; 5 — нижние секционные коллекторы;
6 — футеровка; 7 — дополнительные горелки; 8 — газоотводящая секционная труба;
9 — реакционные трубы; 10 — газоподводящие трубы; 11 — основные горелки камеры;
12 — корпус камеры; 13 — смотровое окно; 14 — коллекторы парогазовой смеси

Компоновка трубчатой печи, вспомогательного котла и шахтного реактора в агрегате синтеза аммиака мощностью 1360 т в сутки



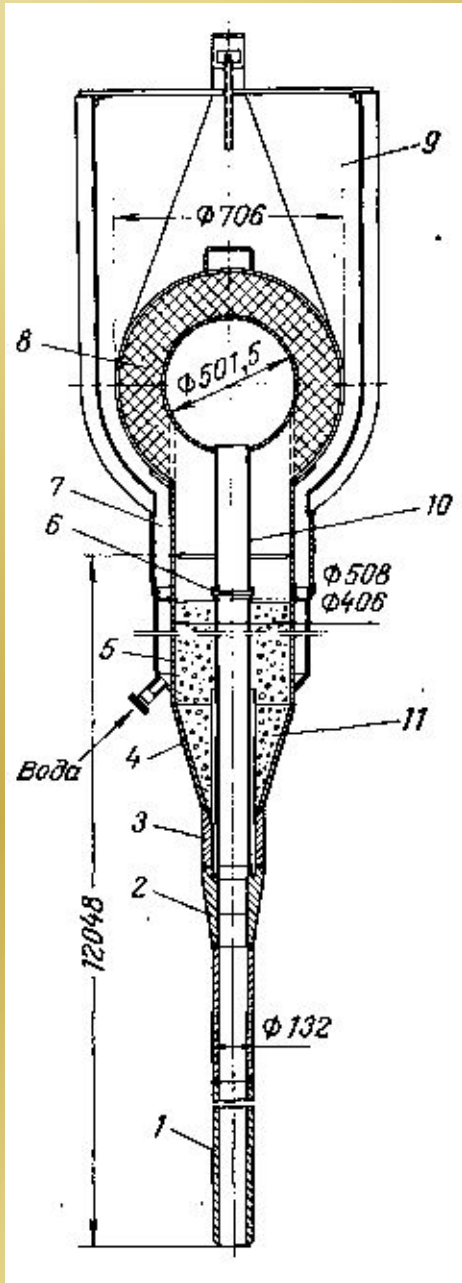
- 1 — топочная камера;
- 2 — камера конвекции;
- 3 — дымовая труба;
- 4 — газоходы;
- 5 — встроенный вспомогательный котел;
- 6 — шахтный реактор;
- 7 — футерованный трубопровод

Вспомогательный котел агрегата синтеза аммиака мощностью 1360 т в сутки



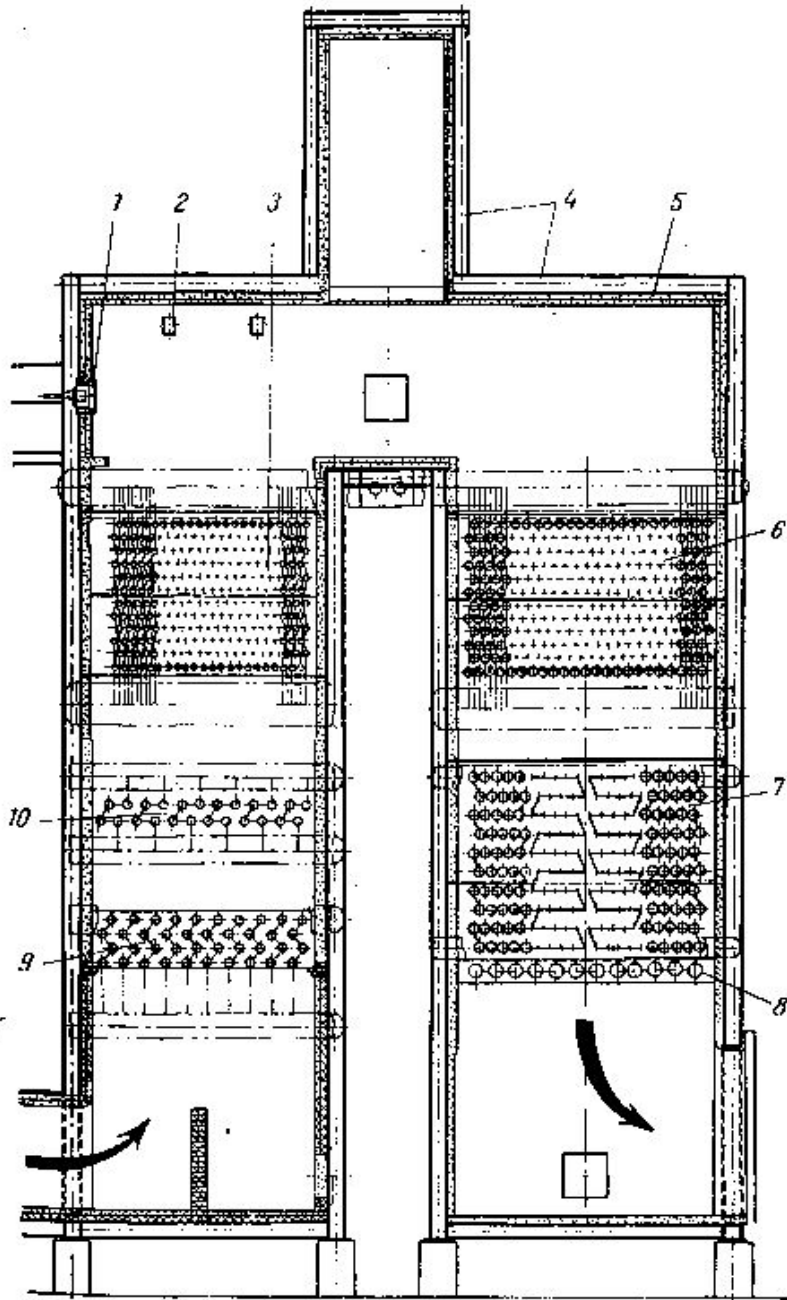
- 1 — каркас; 2 — теплоизоляция и футеровка; 3—камера радиационно-конвективного нагрева; 4 — площадки обслуживания; 5 — горелки; 6 — пружинные опоры трубных экранов; 7 — верхние и нижние барабаны трубных экранов и пучков;
8 — теплоизоляция из жароупорного бетона; 9 — соединительный горизонтальный газоход; 10 — вертикальный газоход; 11 — оребренные трубные пучки конвективного нагрева; 12 — трубные экраны радиационно-конвективного нагрева

Секционная газоотводящая труба и общий коллектор конвертированного газа



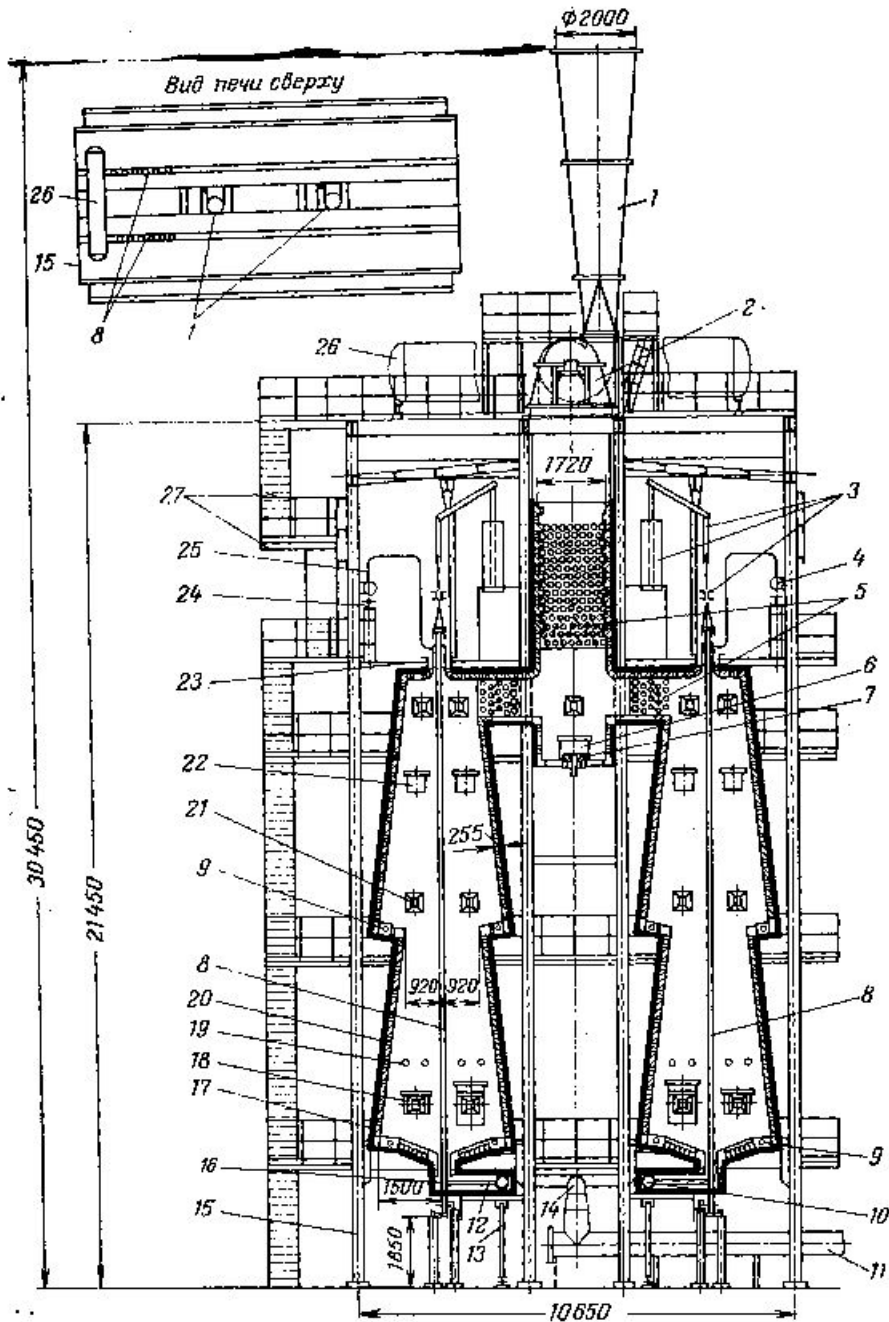
- 1 — газоотводящая труба;
- 2 — конический переходник;
- 3 — катушка;
- 4 — конус;
- 5 — обечайка;
- 6 — стакан;
- 7 — водяная рубашка газоотводящей трубы;
- 8 — футерованный коллектор;
- 9 — водяная рубашка коллектора;
- 10 — патрубок;
- 11 — теплоизоляционный бетон

Конвективная камера многорядной трубчатой печи



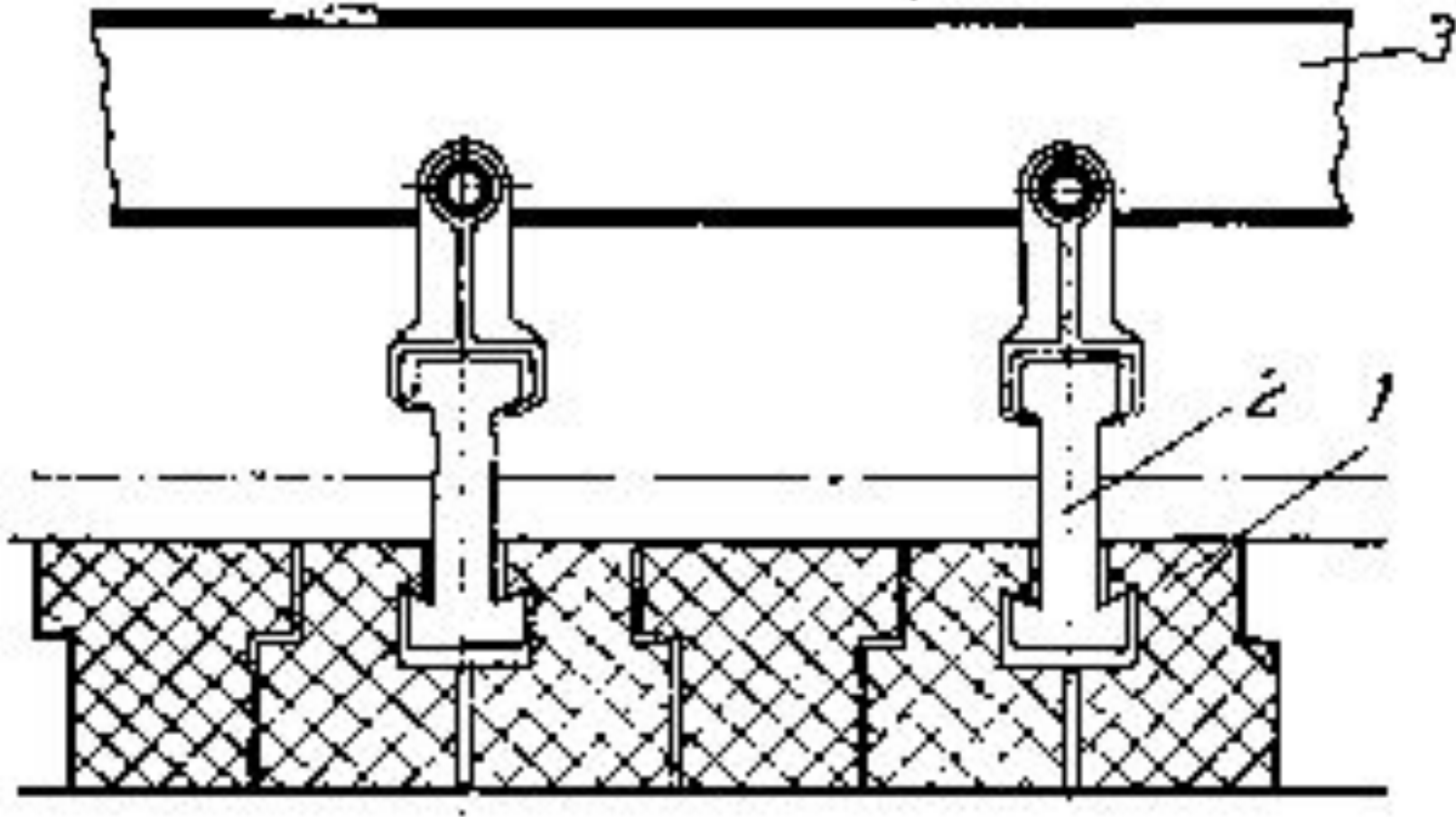
- 1 — дополнительная горелка;
- 2 — смотровое окно;
- 3 — первая ступень пароперегревателя;
- 4 — каркас;
- 5 — бетонная футеровка;
- 6 — вторая ступень пароперегревателя;
- 7 — экономайзер;
- 8 — подогреватель отопительного газа;
- 9 — подогреватель парогазовой смеси;
- 10 — подогреватель паровоздушной смеси

Террасная двухъярусная трубчатая печь



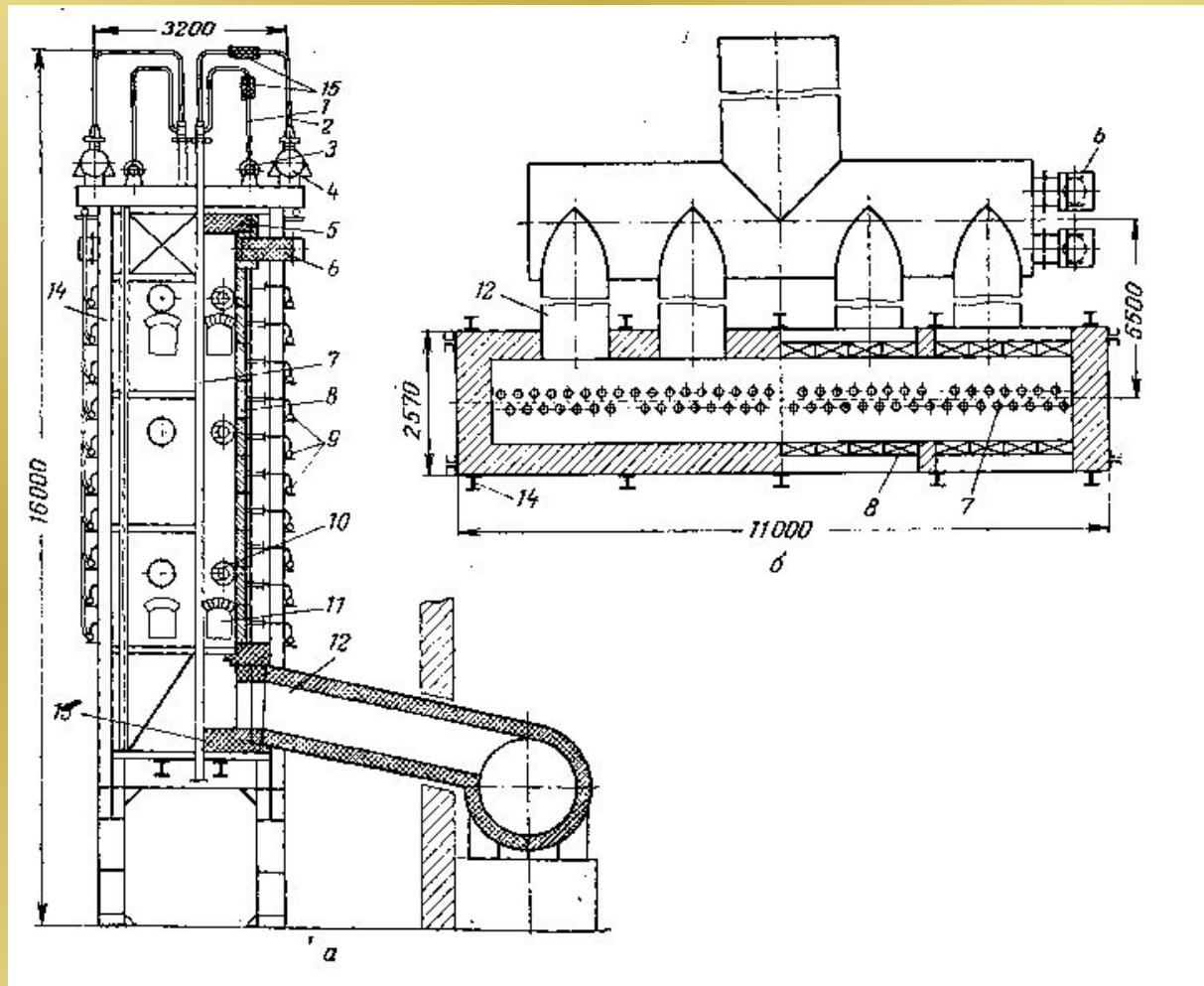
- 1 — дымовая труба; 2 — дымосос;
- 3 — подвеска реакционных труб;
- 4 — коллектор парогазовой смеси;
- 5 — теплообменники; 6 — люк-лаз;
- 7 — горелки конвективной камеры;
- 8 — реакционные трубы; 9 — горелки верхнего и нижнего ярусов радиационной камеры; 10 — коллекторы конвертированного газа радиационных камер;
- 11 — футерованный общий коллектор конвертированного газа; 12 — газоотводящие трубы; 13 — пружинная опора коллекторов; 14 — тройник; 15 — металлический каркас; 16 — кессон выходного коллектора; 17 — окно для розжига горелок; 18 — люк-лаз со смотровым окном; 19 — штуцер контрольно-измерительных приборов; 20 — футеровка печи; 21 — смотровое окно; 22 — окно взрывной панели; 23 — сальниковое уплотнение реакционных труб;
- 24 — пружинная опора;
- 25 — газоподводящая трубка;
- 26 — паросборник;
- 27 — площадки и лестницы для обслуживания печи

Подвесной свод ярусной печи



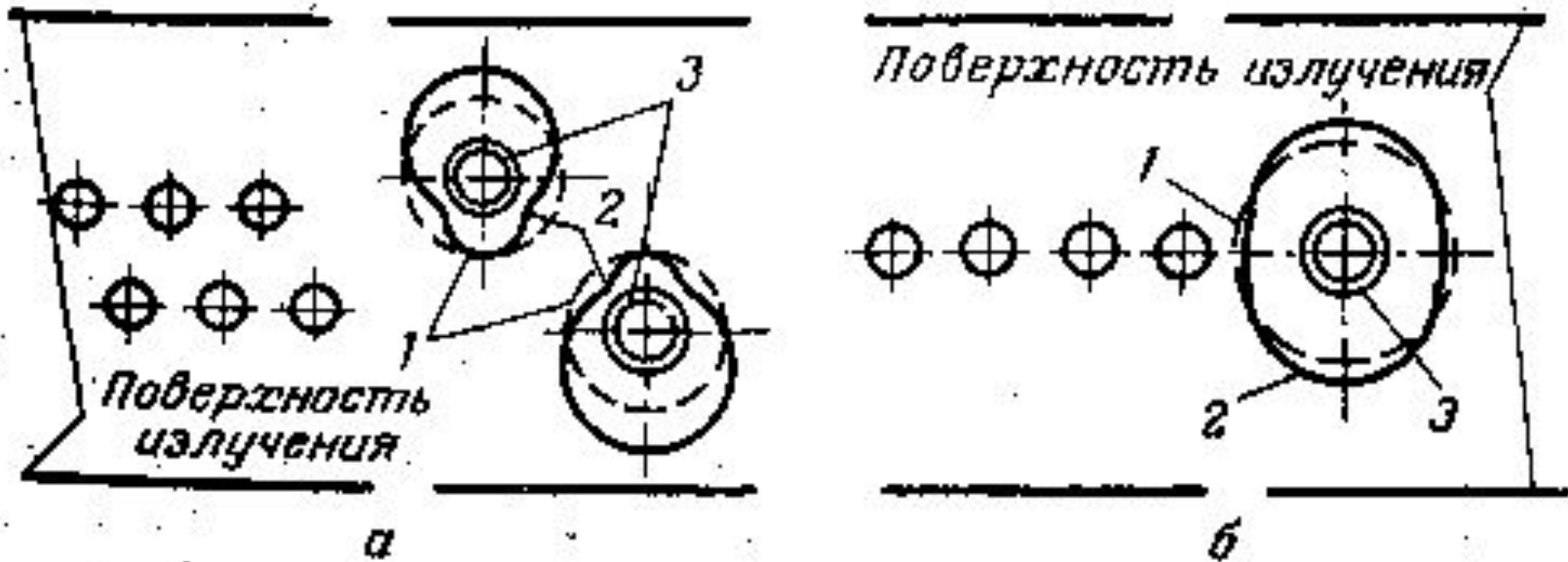
1 — фасонный кирпич; 2 — шарнирный крюк; 3 — несущая балка

Двухрядная печь с трубами низкого давления



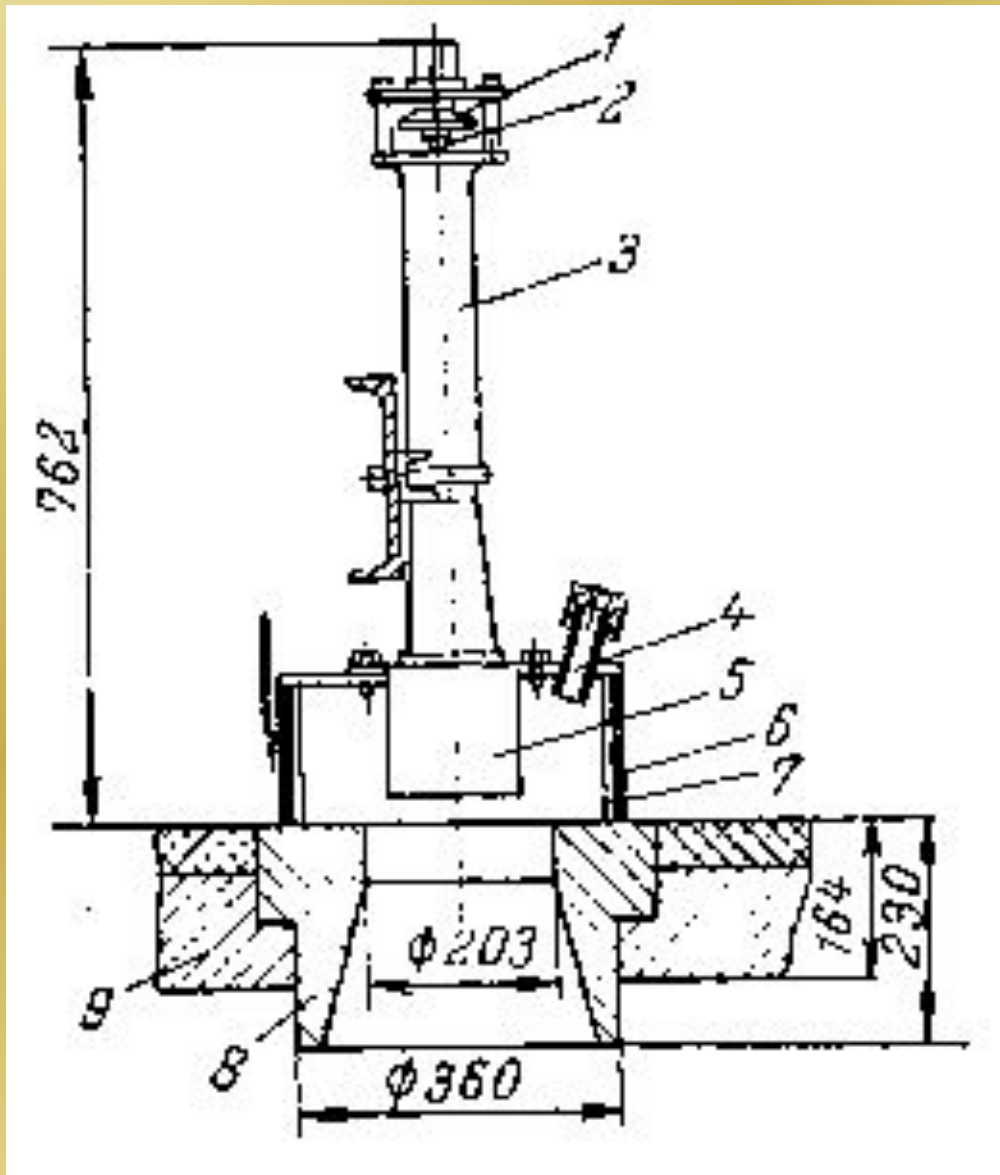
- а — поперечный разрез; б — разрез в плане; 1 — газоподводящая трубка;
2 — газоотводящая трубка; 3 — коллектор парогазовой смеси; 4 — коллектор конвертированного
5 — подвесной свод; 6 — взрывная панель;
7 — реакционные трубы с внутренним отводом конвертированного газа;
8 — панельные беспламенные горелки; 9 — коллекторы отопительного газа;
10 — смотровые окна; 11 — люк-лаз; 12 — газоход; 13 — под; 14 — каркас;
15 — теплоизоляция

Распределение температур (равномерность обогрева) по окружности реакционной трубы при двух- (а) и однорядном (б) трубном экране



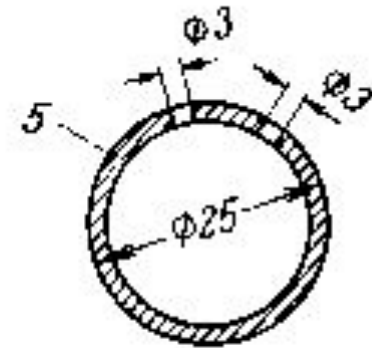
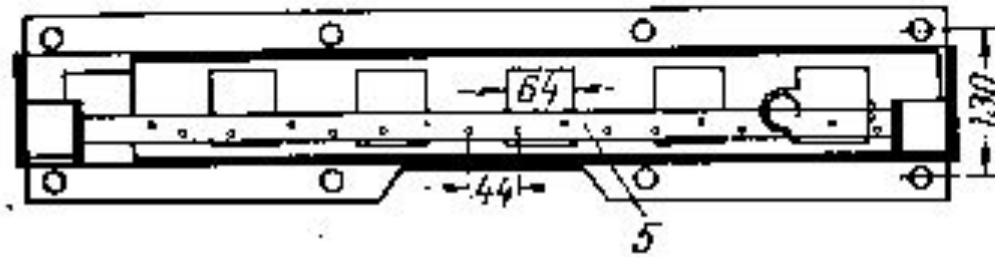
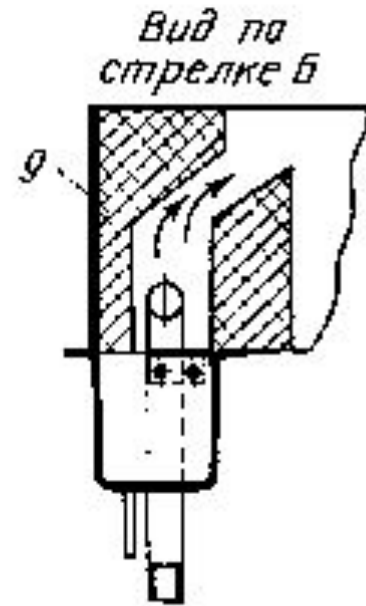
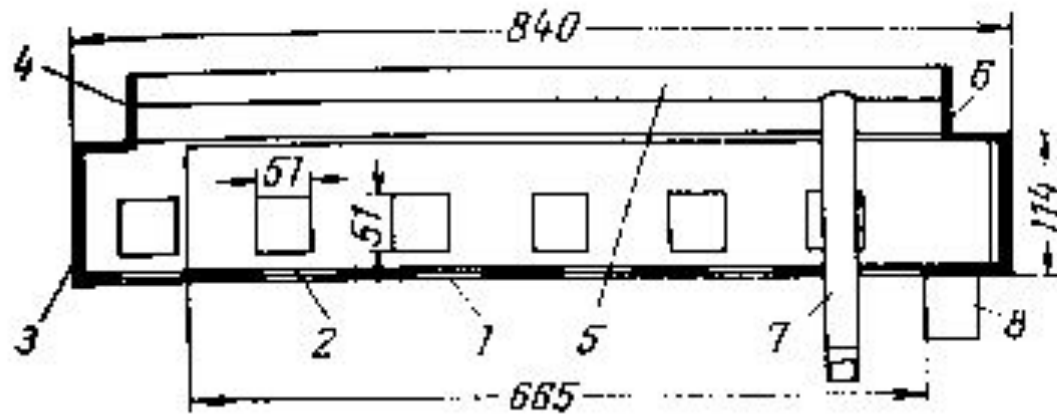
- 1 — равномерное распределение;
- 2 — действительное распределение;
- 3 — реакционные трубы

Инспекционная горелка для свода многорядной печи



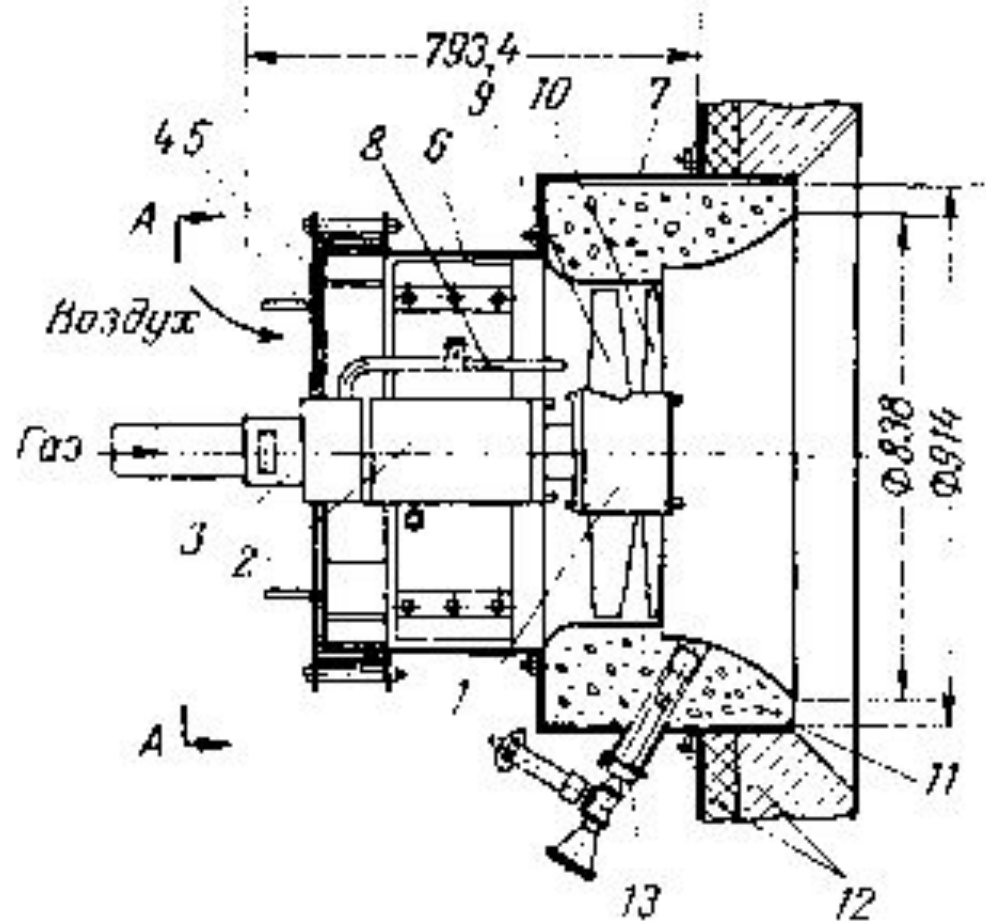
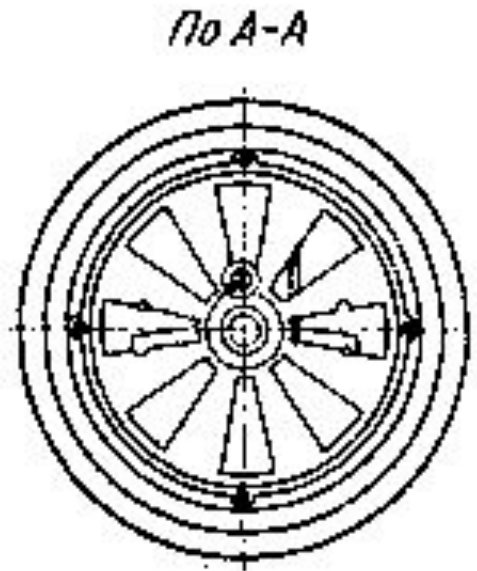
- 1 — заслонка;
- 2 — газовое сопло;
- 3 — смеситель;
- 4 — штуцер запальника;
- 5 — головка;
- 6 — корпус с крышкой;
- 7 — регулятор подсоса
дополнительного воздуха;
- 8 — керамическое сопло факела;
- 9 — изоляция свода

Диффузионная горелка с принудительной подачей воздуха



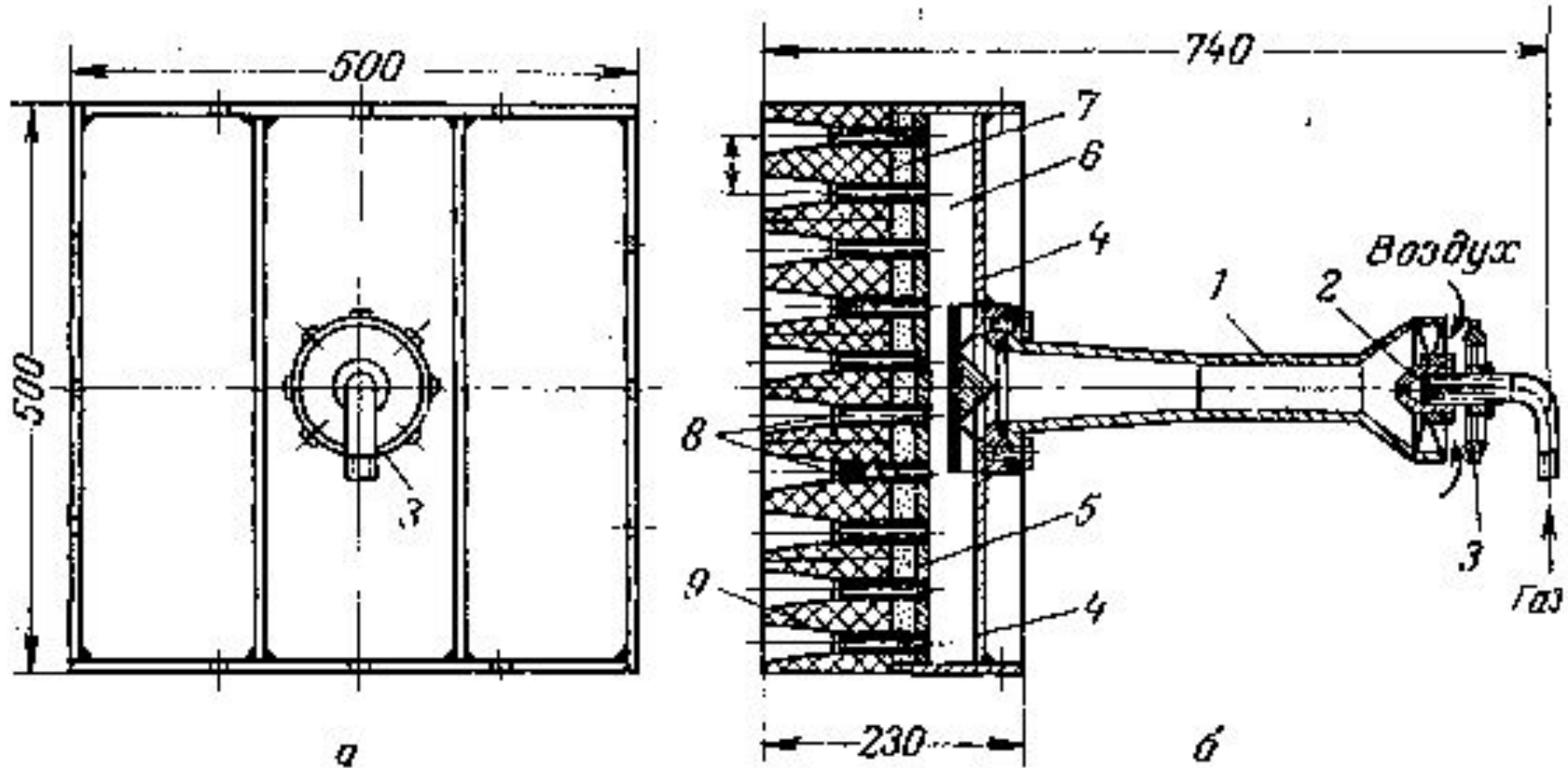
- 1 — наружный желоб; 2 — внутренний подвижный желоб; 3 — стенка;
4, 6 — левый и правый упоры; 5 — газораспределительная трубка с соплами;
7 — газоподводящая трубка; 8 — рукоятка внутреннего желоба;
9 — керамическая амбразура

Инжекционная горелка топки вспомогательного котла



1 — ротор; 2 — корпус; 3 — входной патрубок; 4 — крышка кожуха; 5 — шибер;
6 — катушка; 7 — кожух; 8 — продувочная труба; 9 — лопасть вентилятора;
10 — газораспределитель; 11 — керамическая изоляция горелки; 12 — корпус и
изоляция котла; 13 — запальное устройство.

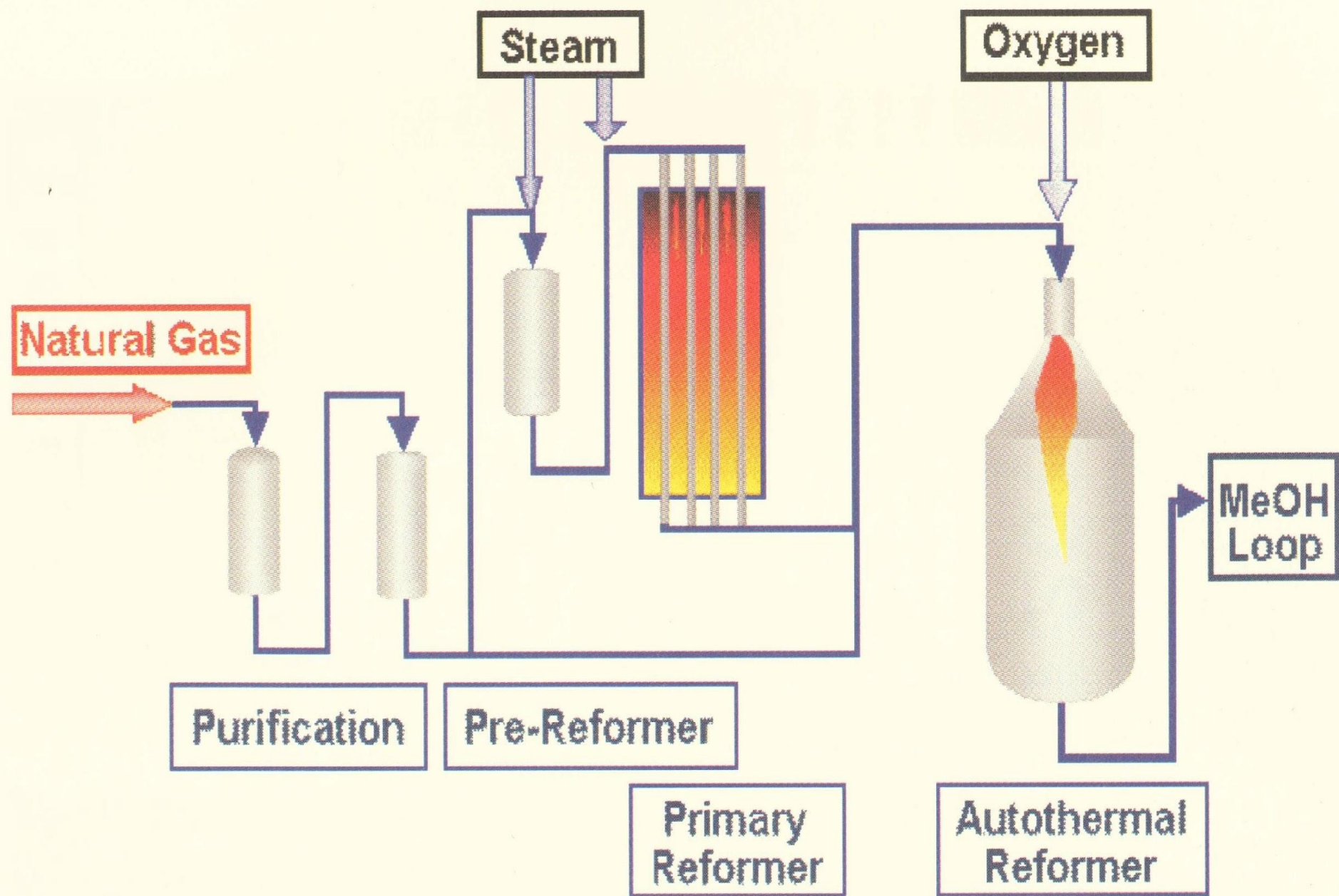
Беспламенная панельная инжекционная горелка (ГБП-85)



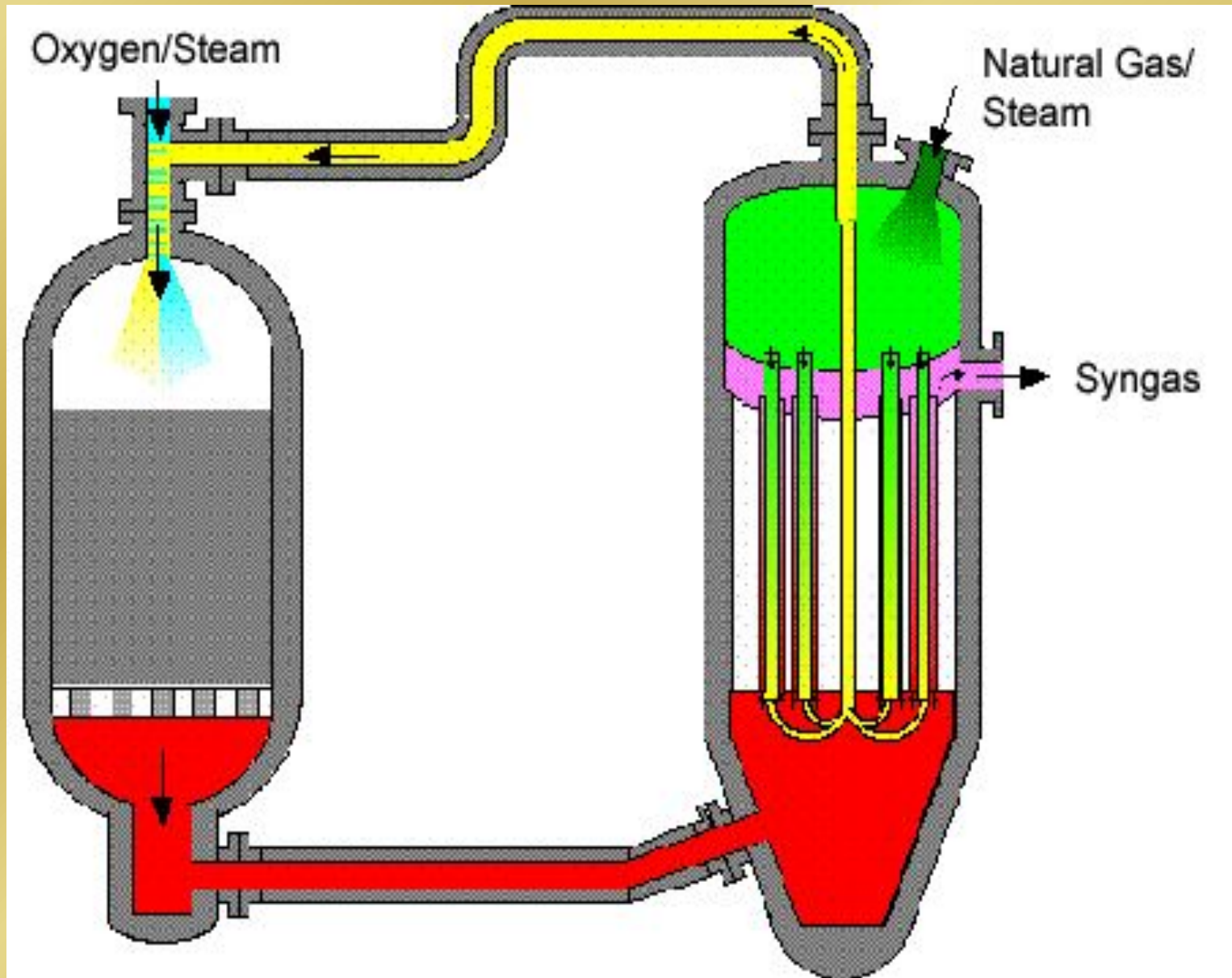
а — вид со стороны смесителя; б — вид сбоку;

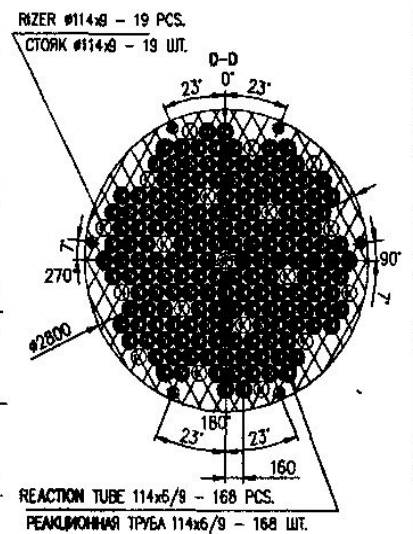
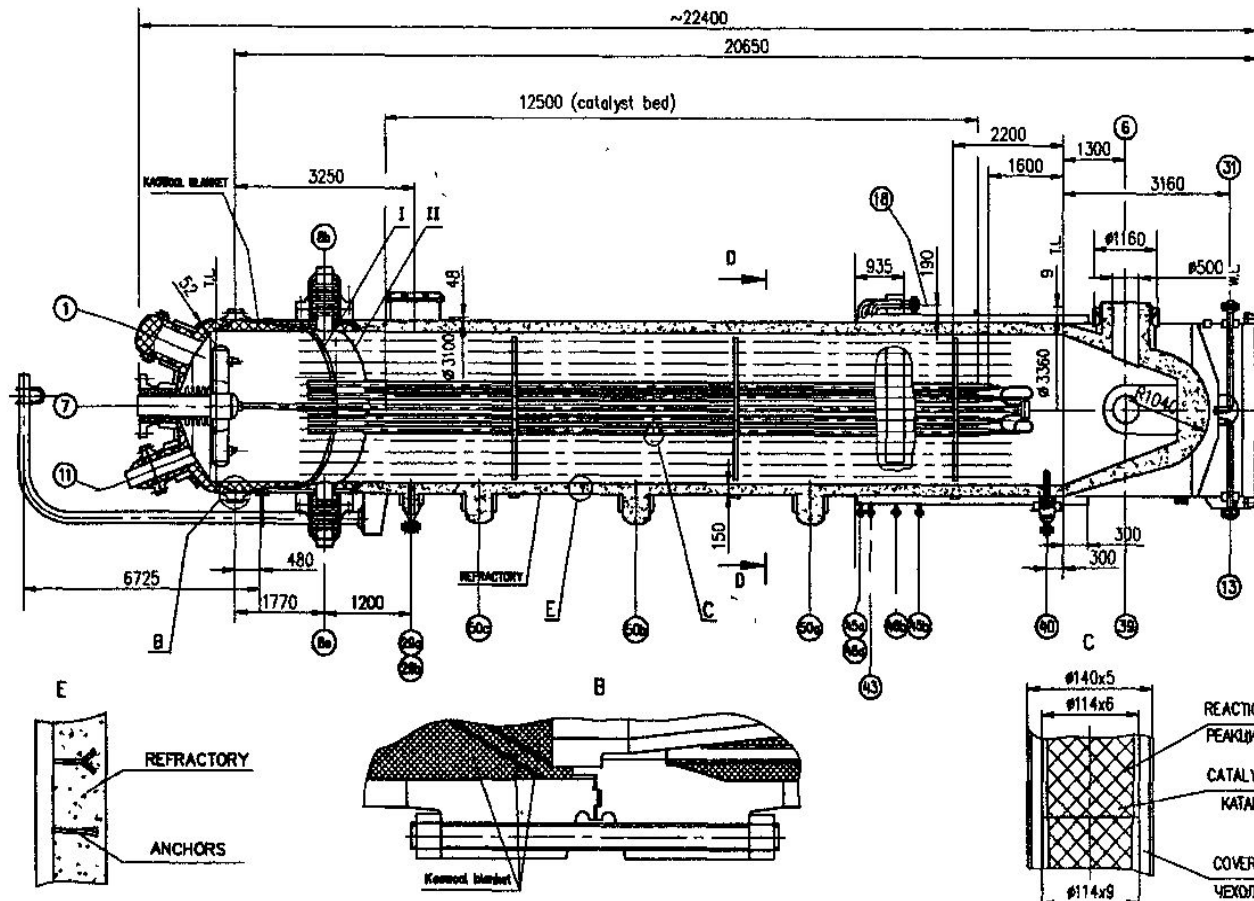
1 — смеситель; 2 — сопло; 3 — заслонка воздуха; 4 — корпус; 5 — плита-решетка; 6 — распределительная камера; 7 — изоляция; 8 — распределительные трубки-сопла; 9 — сборная керамика

**ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА СТАДИИ ПОДГОТОВКИ СИНТЕЗ-ГАЗА
(2-Й ВАРИАНТ)**



ПРОИЗВОДСТВО СИНТЕЗ-ГАЗА ПО МЕТОДУ «ТАНДЕМ»





TOTAL REMARKS
ОБЪЕМ ПРИМЕЧАНИЯ

WEIGHT CATALYST - 16500 kg
BULK DENSITY - 800-1000 kg/m³

WEIGHT REFRACTORY - 60000 kg
WEIGHT WATER IN JACKET - 12800 kg

*VCL. ANSI

**HYDROSTATIC AND PNEUMATIC TEST OF REFORMER AND IST COMPONENTS ARE CONDUCTED AT SITE IN ACCORDING WITH SPECIAL PROGRAM

***BUNDLE & JACKET EXCL.

NOZZLE SCHEDULE
ТАБЛИЦА ШТУЦЕРОВ

NO.	QTY	SIZE	TYPE	FACE	DESIGNATION	REMARKS
1	1	70x300	W.N.	R.F.	MANHOLE	
2	2	50x150	W.N.	R.F.	EXTERNAL (INTERNAL) LEVEL	
3	2	25x150	W.N.	R.F.	BLAKE GLASS	
4.3	1	40x150	W.N.	R.F.	TEMP. GAUGE	
40	1	30x600	W.N.	L.W.F.	TEMP. INDICATED	
3.8	1	300x600	W.N.	L.W.F.	START UP BURNER	
31	1	30x150	W.N.	R.F.	DRAIN	
2.9	2	100x800	W.N.	L.W.F.	PROCESS STEAM	
1.8	1	100x150	W.N.	R.F.	OR RETURN TO HEADER	
13	1	80x150	W.N.	R.F.	OR SUPPLY FROM HEADER	
11	1	80x150	W.N.	L.W.F.	FEED INLET	
5.5	2	500x600	W.N.	L.W.F.	REFORMED GAS OUTLET	
7	1	800x600	W.N.	L.W.F.	VAPOR OUTLET	
6	1	800	W.N.	L.W.F.	GAS INLET	
1	1	700x300	W.N.	R.F.	MANHOLE	

MATERIAL SPECIFICATION
ХАРАКТЕРИСТИКА МАТЕРИАЛОВ

ITEM NO.	DESCRIPTION	UNIT	CODE
1	SHELL PAD	1000/1000	0012C
2	TUBE SHEET I	1000/1000	0218H01
3	REACTION TUBES	1000/1000	100239B
4	CHANNEL COVER	1000/1000	0012C
5	NOZZLE FLANGE	1000/1000	0012C
6	BAFFLE	1000/1000	100239B
7	EXTERNAL GASKET	1000/1000	100239B
8	SUPPORT	1000/1000	0012C
9	INTERNAL PRESSURE	1000/1000	100239B
10	EXTERNAL BOLT/NUT	1000/1000	100239B
11	INTERNAL BOLT/NUT	1000/1000	100239B
12	FOUNDATION BOLT/NUT	1000/1000	100239B
13	INSULATION	1000/1000	100239B
14	MESH	1000/1000	100239B
15	TUBE SHEET II	1000/1000	0218H01
16	SHELL FLANGE	1000/1000	0012C
17	COVER TUBE	1000/1000	100239B
18	FRITAL	1000/1000	100239B

DESIGN DATA
ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

ITEM NO.	DESCRIPTION	UNIT	CODE
1	SURFACE PER SHELL	1000/1000	0012C
2	FLUID CIRCULATED	1000/1000	100239B
3	FLUID CHARACTER	1000/1000	100239B
4	OPERAT. TEMPERATURE	1000/1000	100239B
5	DESIGN TEMPERATURE	1000/1000	100239B
6	OPERATING PRESSURE	1000/1000	100239B
7	DESIGN PRESSURE	1000/1000	100239B
8	HYDRO. TEST PRESSURE	1000/1000	100239B
9	PNEUM. TEST PRESSURE	1000/1000	100239B
10	SPR. DESIGN PRESSURE	1000/1000	100239B
11	RADIOGRAPHY	1000/1000	100239B
12	JOINT EFFICIENCY	1000/1000	100239B
13	CONVERSION ALLOWANCE	1000/1000	100239B
14	INSULATION	1000/1000	100239B

WEIGHT & CAPACITY (ESTIMATED)
ВЕС И ОБЪЕМ (РАСЧЕТНЫЕ)

ITEM NO.	DESCRIPTION	UNIT	CODE
1	WEIGHT CARBON STEEL	1000/1000	100239B
2	WEIGHT STAINLESS STEEL	1000/1000	100239B
3	WEIGHT	1000/1000	100239B
4	WEIGHT BUNDLE	1000/1000	100239B
5	WEIGHT FLANGES & LINES	1000/1000	100239B
6	WEIGHT INSULATION	1000/1000	100239B
7	WEIGHT OTHERS	1000/1000	100239B
8	WEIGHT LIQUID	1000/1000	100239B
9	TOTAL WT. OPERATING	1000/1000	100239B
10	TOTAL WT. FULL WATER	1000/1000	100239B
11	CAPACITY	1000/1000	100239B
12	SHELL SIDE	1000/1000	100239B
13	TUBE SIDE	1000/1000	100239B
14	JACKET	1000/1000	100239B

NVF TECHNOLOGAS-GIAP
НФВ ТЕХНОГАЗ-ГИАП

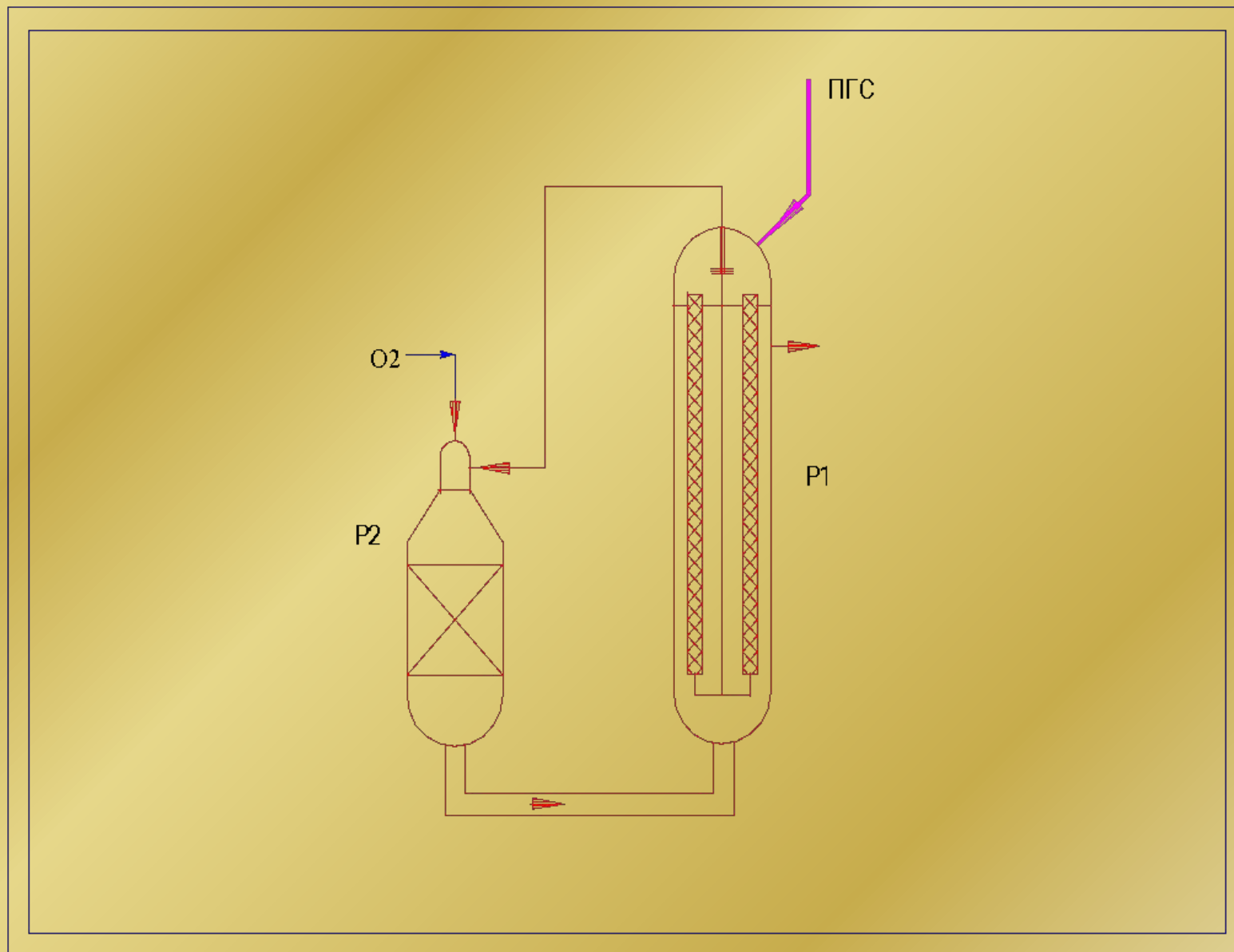
Customer: Заводская

Service: НФВ, ООО

PRIMARY CONVERTER
КОМБЕТОР 1⁰¹ СТИП-М

ITEM No. 109
ПЦЗ No.

ПРОИЗВОДСТВО СИНТЕЗ-ГАЗА ПО МЕТОДУ «ТАНДЕМ»



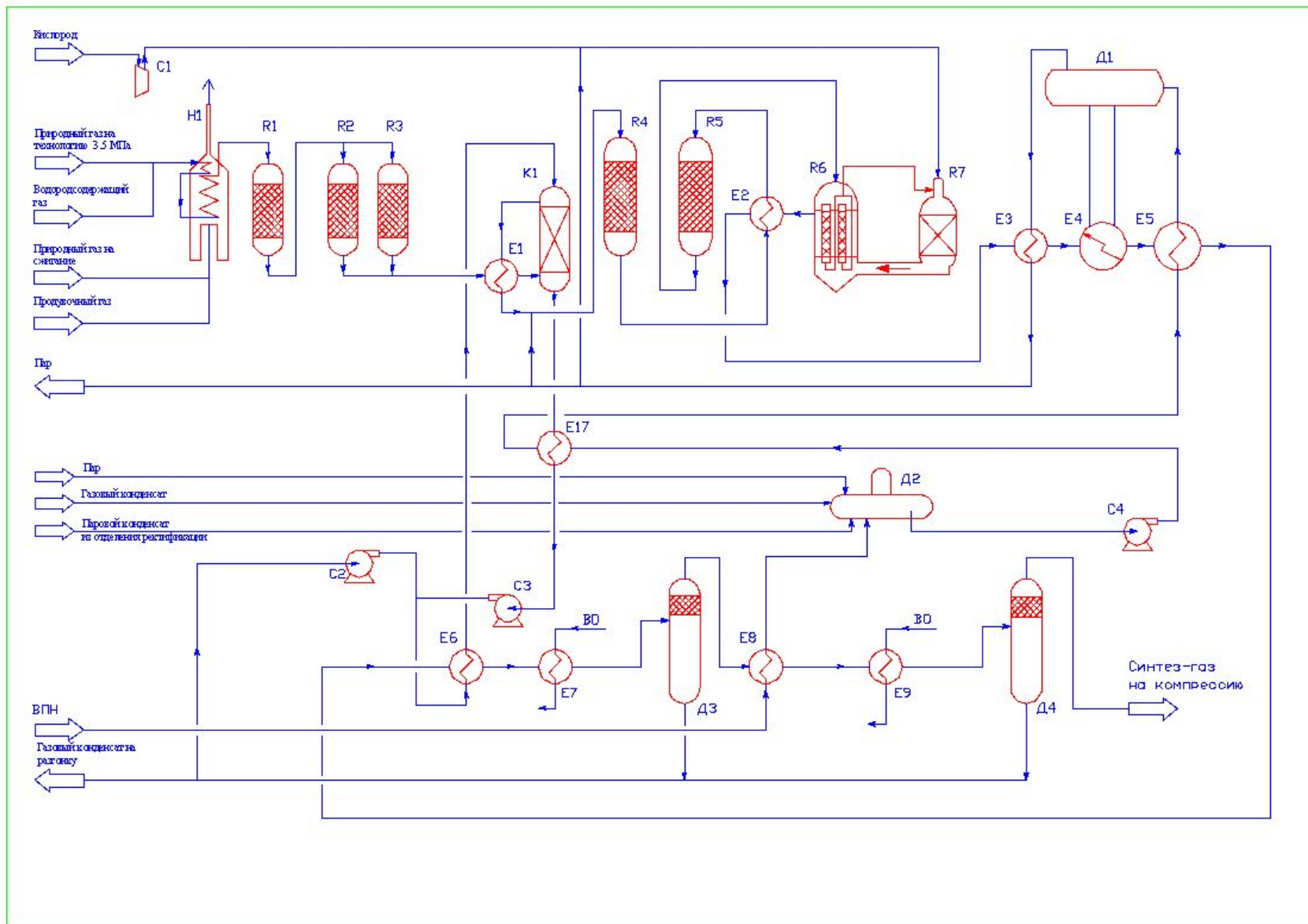
«Тандем»



«Тандем»

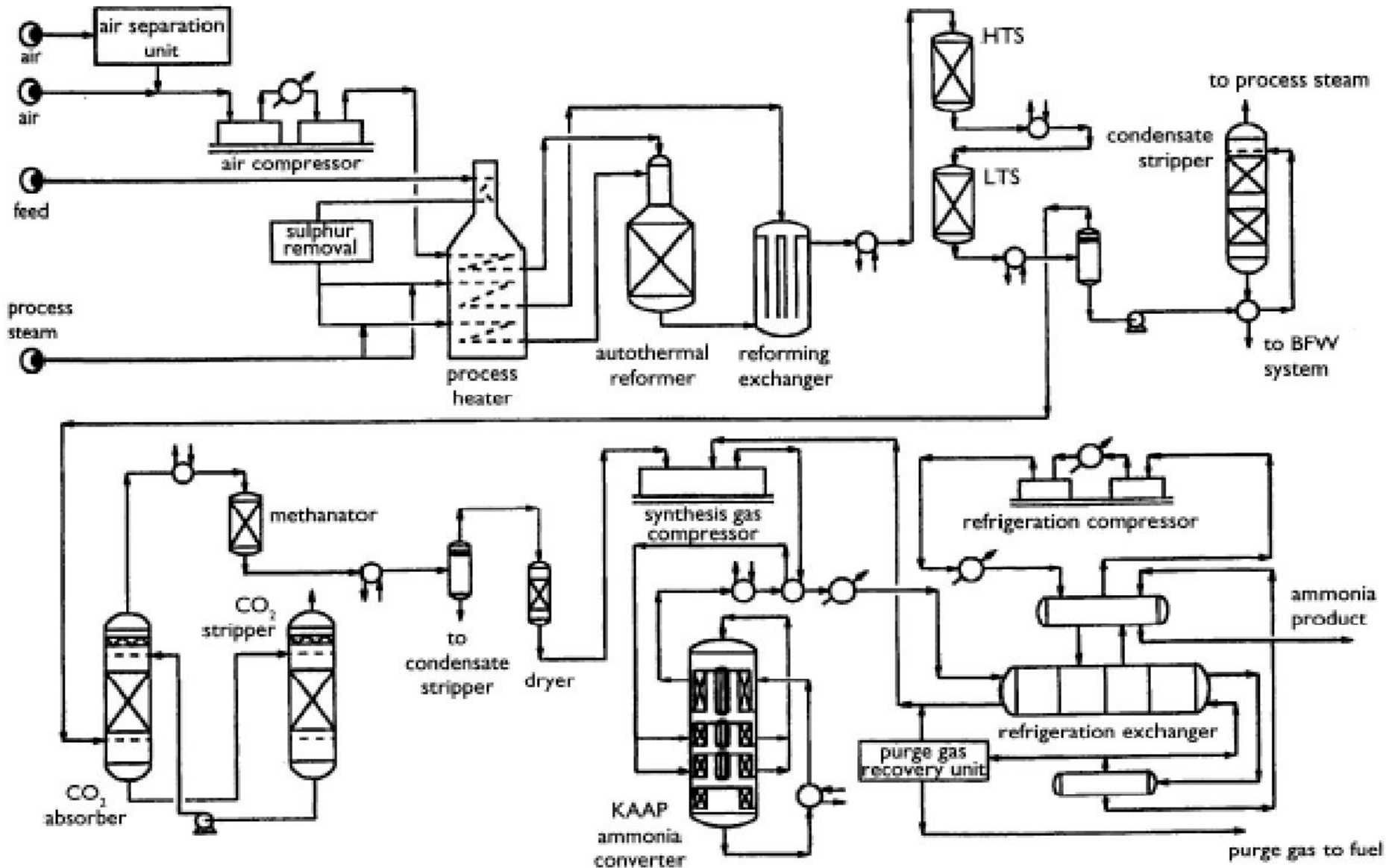


ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА ПОДГОТОВКИ СИНТЕЗ-ГАЗА

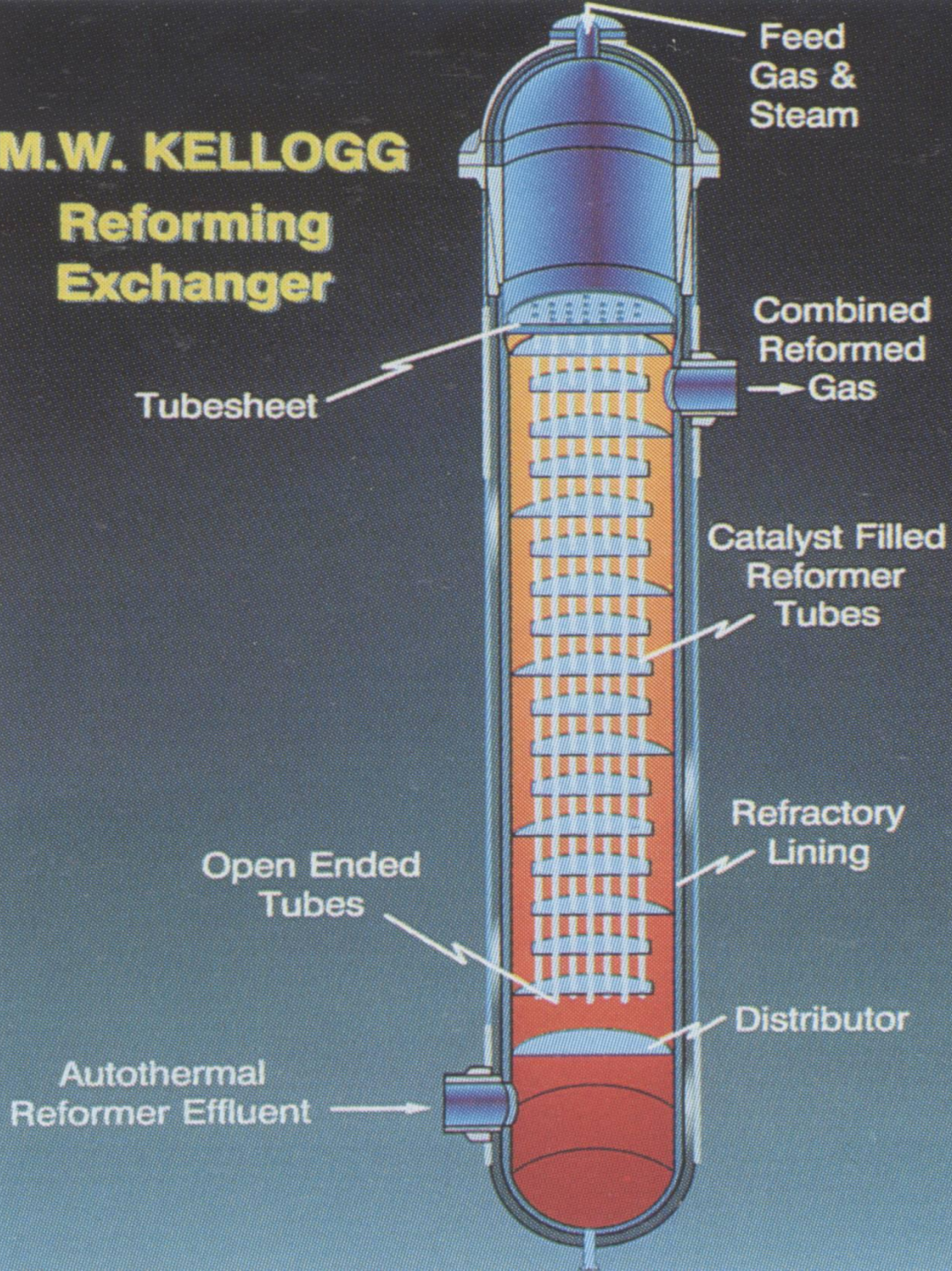


АГРЕГАТ НА ОСНОВЕ КОНВЕРСИИ В КОНВЕРТОРАХ С ГАЗОВЫМ ОБОГРЕВОМ

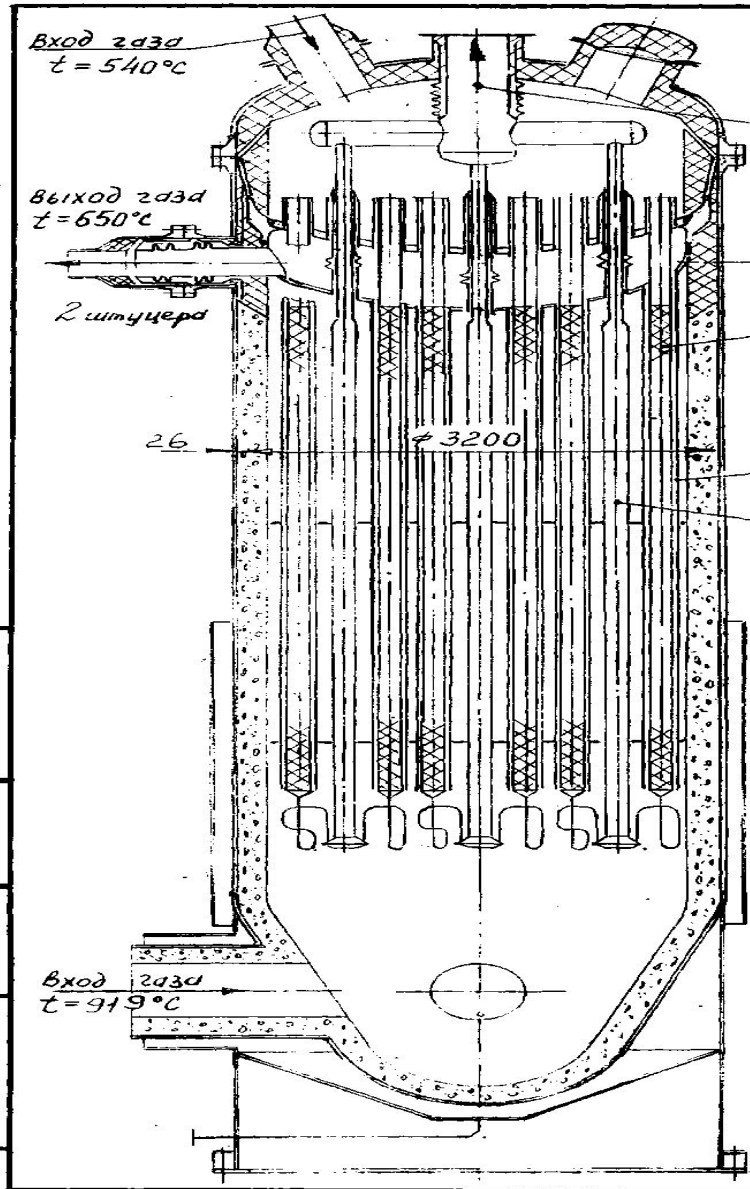
Fig. 56: Ammonia 2000 (Integrated KRES/KAAP Process)



M.W. KELLOGG Reforming Exchanger



КОНВЕРСИЯ МЕТАНА. ОБОРУДОВАНИЕ (6)



Выход газы
t = 685°C

Реакционные трубы φ 168 x 9
84 шт. с катализатором
Расчетная высота
засыпки H = 6,3 м
Чехлы φ 190 x 4 - 84 шт.
Стойки φ 168 x 9 - 7 шт.

Весовые данные трубки-
того конвертора:

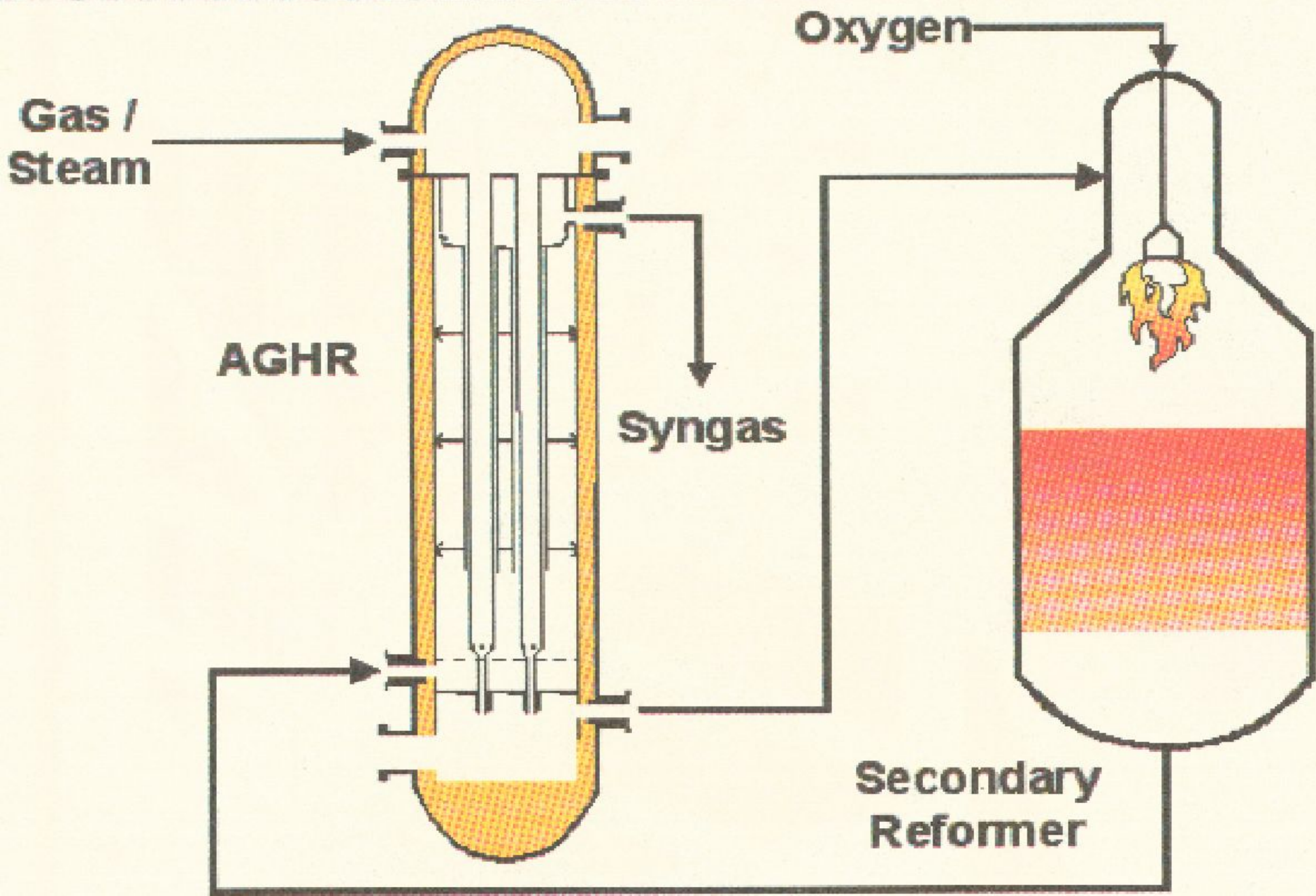
Гродненский	Новый
Масса стали, общая	
214 т	108 т
Масса углеродистой стали	
89 т	56 т
Масса нержавеющей стали	
125 т	52 т
В том числе	
12X18H10T	
14,6 т	10,8 т
10X17H13M2T	
3 т	2,4 т
10X23H18	
107 т	38,3 т
X432T	
0,65 т	0,5 т

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Ивл. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №	Ивл. № дубл.	Подл. и дата

ТГ 98-32

Лист

**ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА СТАДИИ ПОДГОТОВКИ СИНТЕЗ-
ГАЗА (1-Й ВАРИАНТ)**



ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА СТАДИИ ПОДГОТОВКИ СИНТЕЗ-ГАЗА (2-Й ВАРИАНТ)

