

Топливосжигающие устройства

Искусственные виды топлив

Твердые топлива

- кокс
- брикеты угля
- древесный уголь

Жидкие топлива

- продукты крекинга и перегонки нефти
(мазут, бензин, лигроин, керосин, дизельное топливо, моторное топливо, соляровое масло, дистилляты)
- синтетический бензин
- метанол

Газообразные топлива

- доменный газ
- генераторный газ
- коксовый газ
- газ подземной газификации

Топливосжигающие устройства

Искусственные виды топлив

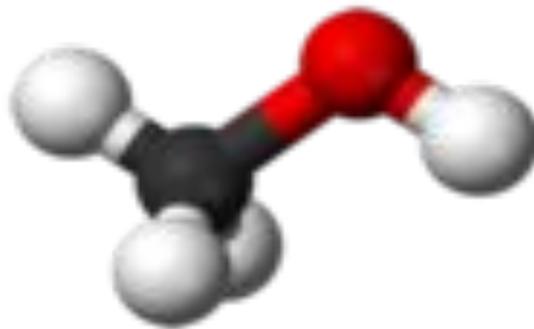
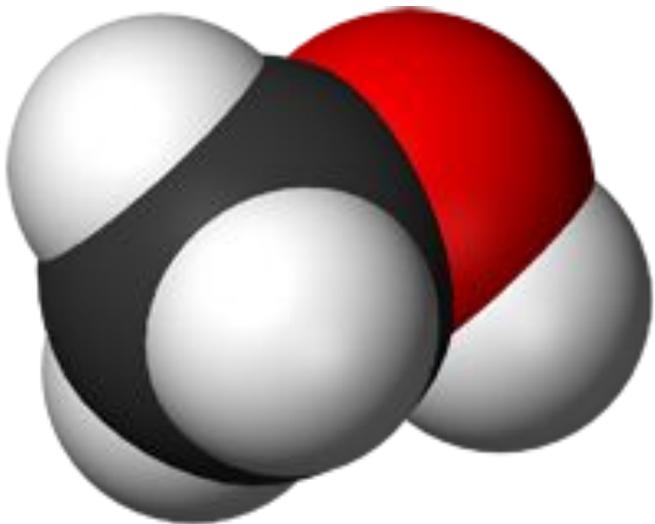
Метано́л – метиловый спирт, древесный спирт, карбинол, метилгидрат, гидроксид метила.

Бесцветная ядовитая жидкость. С воздухом в объёмных концентрациях 6,72...36,5 % образует взрывоопасные смеси (температура вспышки 15,6 °С).

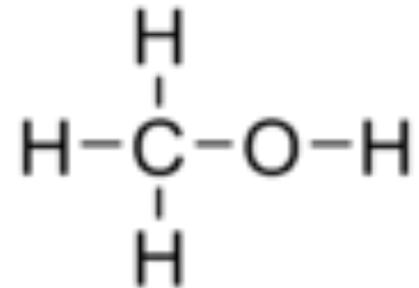
Метанол смешивается в любых соотношениях с водой и большинством органических растворителей.

Плотность – 0,7918 г/см³, температура кипения – 64,7 °С.

Молекулярная формула – **CH₃OH** или **CH₄O**



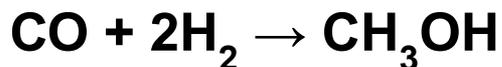
Структурная
формула



Топливосжигающие устройства

Искусственные виды топлив

Сырьем для синтеза метанола служит синтез-газ ($\text{CO} + \text{H}_2$), обогащенный водородом:



Также известны схемы использования с этой целью отходов нефтепереработки, коксующихся углей.



Производство метанола (в тыс. тон)

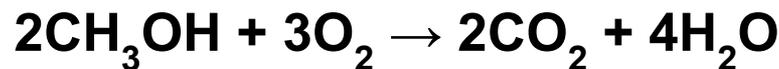
Год	США	Германия	Мир	Цена продажи (\$/т)
1928	24	18	140	84,7
1936	97	93	305	88,9
1950	360	120	349	83,1
1960	892	297	3930	99,7
1970	2238	нет данных	5000	89,7
1980	3176	870	15000	236,1
2004	3700	2000	32000	270

Топливосжигающие устройства

Искусственные виды топлив

Использование метанола

- в лакокрасочной промышленности – для изготовления растворителей при производстве лаков.
 - в газовой промышленности – для борьбы с образованием гидратов (из-за низкой температуры замерзания и хорошей растворимости)
 - в органическом синтезе – для выпуска формальдегида, формалина, уксусной кислоты, ряда эфиров, изопрена и др.
 - в топливных элементах
 - в качестве добавки к жидкому топливу для двигателей внутреннего сгорания
 - для заправки гоночных мотоциклов и автомобилей
- Метанол горит в воздушной среде, и при его окислении образуется двуокись углерода и вода.



Топливосжигающие устройства

Искусственные виды топлив

Основные виды генераторных газов:

- *Воздушный газ* – в основном состоит из оксида углерода и азота.
- *Паровоздушный (смешанный) газ* – в его состав, кроме оксида углерода и азота, входит водород, применяется в качестве топлива, самый распространенный и дешевый из всех искусственных горючих газов.
- *Водяной газ* – содержит до 86% CO и H₂ используется для синтеза химических продуктов.

Коксовый газ – содержит водород (до 60%), метан (25%), другие углеводороды, оксид углерода и балласт. Используется в качестве топлива для печей, служит сырьем при синтезе химических продуктов.

Доменный газ – доля негорючих компонентов (N₂ и CO₂) составляет около 70%, что обуславливает его низкие теплотехнические показатели.

Ферросплавный газ – содержит 50-90% CO, 2-8% H₂, 0,3-1% CH₄, O₂<1%, 2-5% CO₂, остальное N₂.

Конвертерный газ – после очистки состав газа примерно таков: 70-80% CO; 15-20% CO₂; 0,5-0,8% O₂; 3-12% N₂.

Топливосжигающие устройства

Газификация твердого топлива

Преимущества генераторного газа по сравнению с твердым топливом:

- ❑ создает более высокую температуру горения благодаря меньшему избытку воздуха, необходимому для полноты горения;
- ❑ обеспечивает лучшее смешивание с воздухом, а также возможность предварительного подогрева газа и воздуха;
- ❑ позволяет легко регулировать температуру горения и атмосферу в печи (создавая окислительное или восстановительное пламя);
- ❑ не содержит золы, благодаря чему нет опасности загрязнения обжигаемого материала при непосредственном соприкосновении его с топливом;
- ❑ облегчает обслуживание печей, так как при его применении нет необходимости в таких трудоемких и тяжелых операциях, как загрузка топлива, шуровка и золоудаление.

Топливосжигающие устройства

Газификация твердого топлива

Требования, предъявляемые к твердому топливу:

- небольшая влажность, малое содержание серы, низкая зольность и высокая температура плавления золы;
- куски топлива должны быть прочными и термически стойкими, т.е. не должны растрескиваться и распадаться на мелкие части при нагревании.

Для интенсификации процесса газификации рекомендуется дисперсный состав топлива со следующим диапазоном размера кусков:

- антрацит и кокс – не менее 6 мм и не более 12...25 мм;
- каменные угли – не менее 10...12 мм и не более 25...75 мм;
- бурые угли – не менее 25 мм и не более 75...100 мм;
- торф (кусковой) – 300×120×75 мм;
- древесина – в виде поленьев (швырков), чурок или щепы.

Топливосжигающие устройства

Газификация твердого топлива

Коэффициент полезного действия газификации η_{Γ}

Отношение количества тепла, заключенного в газе газифицируемого топлива, полученном с 1 кг этого топлива к теплотворной способности топлива

$$\eta_{\Gamma} = \frac{Q_{\Gamma}}{Q_{\text{топ}}} = \frac{V_{\Gamma} Q_{\text{н газа}}^{\text{р}}}{Q_{\text{н топ}}^{\text{р}}}$$

V_{Γ} – выход газа из 1 кг твердого топлива, **нм³/кг**;

$Q_{\text{н газа}}^{\text{р}}$ – теплота сгорания полученного газа, **ккал/нм³**;

$Q_{\text{н топ}}^{\text{р}}$ – теплота сгорания газифицируемого твердого топлива, **ккал/кг**.

Термический КПД газогенератора $\eta_{\text{т}}$

Отношение теплотворной способности газифицируемого газа ко всему количеству тепла, внесенному в газогенератор

$$\eta_{\text{т}} = \frac{Q_{\text{газа}}}{Q + Q_{\text{дутья}}}$$

С учетом тепла, выделяющегося при сжигании смолы $Q_{\text{смл}}$

$$\eta_{\text{т см}} = \frac{Q_{\text{газа}} + Q_{\text{смл}}}{Q + Q_{\text{дутья}}}$$

Топливосжигающие устройства

Газификация твердого топлива

Средние показатели газификации некоторых видов топлив на генераторный газ в газогенераторах

Наименование характеристик	Ед. измер.	Вид топлива				
		Антрацит	Газовый уголь	Бурый уголь	Торф кусковой	Древесина (щепа)
Теплотворность низшая	ккал/кг	6695	6440	4120	3050	2900
Содержание летучих в рабочей массе	%	3	33	26	43	59
Расходные коэффициенты и удельные выходы						
Расход воздуха	нм ³ /кг	2,80	2,20	1,40	0,86	0,77
Расход пара	кг	0,32...0,5	0,2...0,3	0,12...0,22	0,07...0,12	0,06...0,07
Выход сухого газа на рабочую массу	нм ³ /кг	4,1	3,3	2,0	1,38	1,30
Состав и теплотворность сухого газа						
CO ₂	об. %	5,5	5,0	5,0	8,0	6,5
H ₂ S	об. %	0,17	0,30	0,20	0,06	0
C _m H _n	об. %	0	0,30	0,20	0,40	0,40
O ₂	об. %	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
CO	об. %	27,5	26,5	30,0	28,0	29,0
H ₂	об. %	13,5	13,5	13,0	15,0	14,0
CH ₄	об. %	0,5	2,3	2,0	3,0	3,0
N ₂	об. %	52,6	51,9	50,4	45,3	46,9
Теплотворность газа низшая	ккал/нм ³	1230	1390	1460	1560	1560

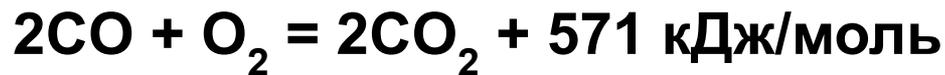
Топливосжигающие устройства

Основные процессы при газификации топлива

Уравнения процесса газификации в расчете на 1 моль углерода (1 кг моль = 14 кг):



Из-за встречной диффузии продуктов неполного сгорания от поверхности углеродного массива и окислителя из окружающего объема, вблизи углеродной поверхности неизбежно взаимодействие по реакции:



Водяной пар, вступает в эндотермические реакции с углеродом топлива согласно уравнениям



Топливосжигающие устройства

Конструкции газогенераторов

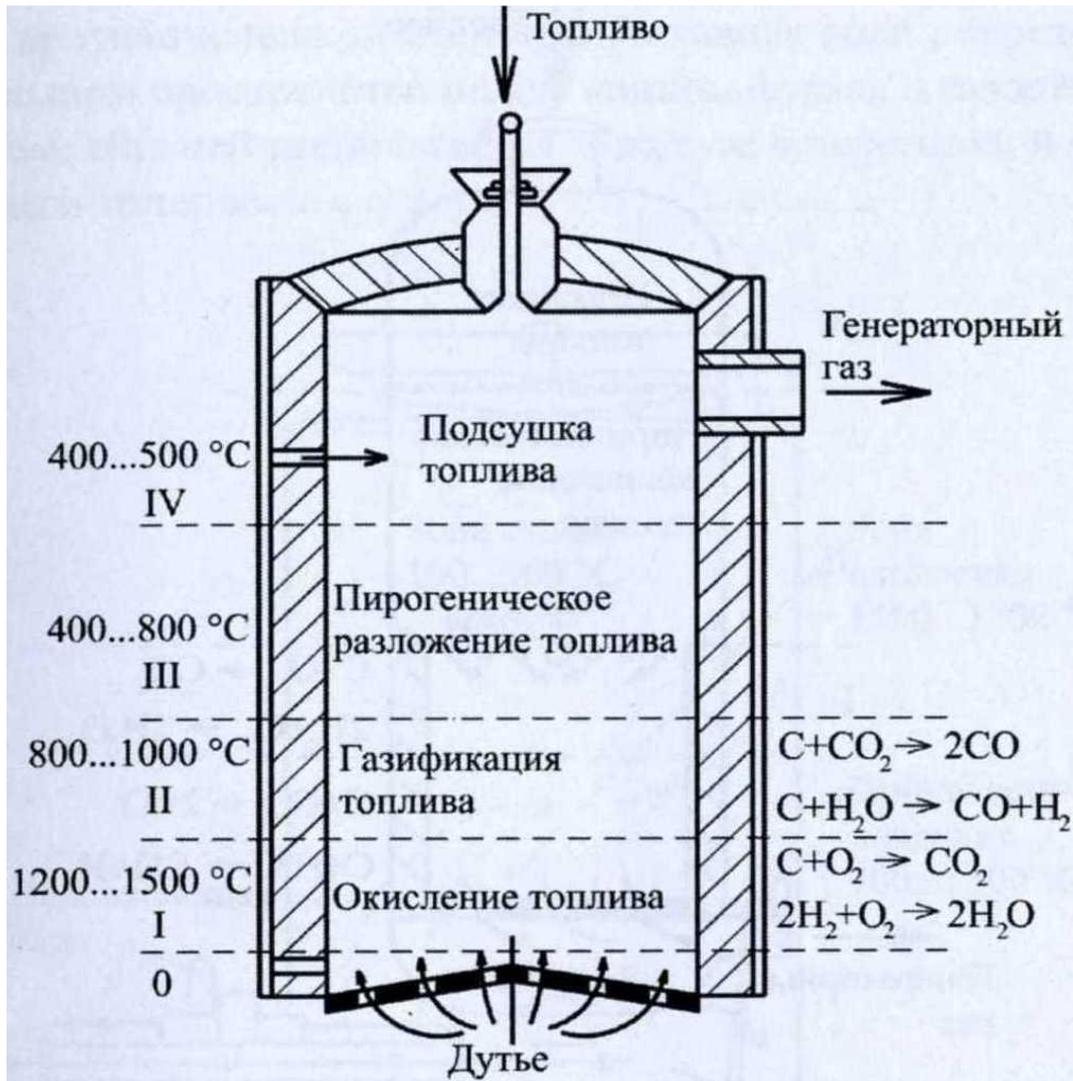
Газогенераторы классифицируются:

- по роду процесса – газогенераторы для получения:
 - ✓ воздушного газа
 - ✓ водяного газа
 - ✓ смешанного газа
- по характеру слоя
 - ✓ с плотным слоем
 - ✓ со взвешенным слоем
 - ✓ с «кипящим» слоем
- по давлению, при котором протекает процесс
 - ✓ атмосферные
 - ✓ высокого давления
- по степени механизации процесса
 - ✓ немеханизированные
 - ✓ полумеханизированные
 - ✓ механизированные

Топливосжигающие устройства

Конструкции газогенераторов

Противоточный газогенератор (прямой процесс)



I – зона горения (окисления)

II – зона газификации

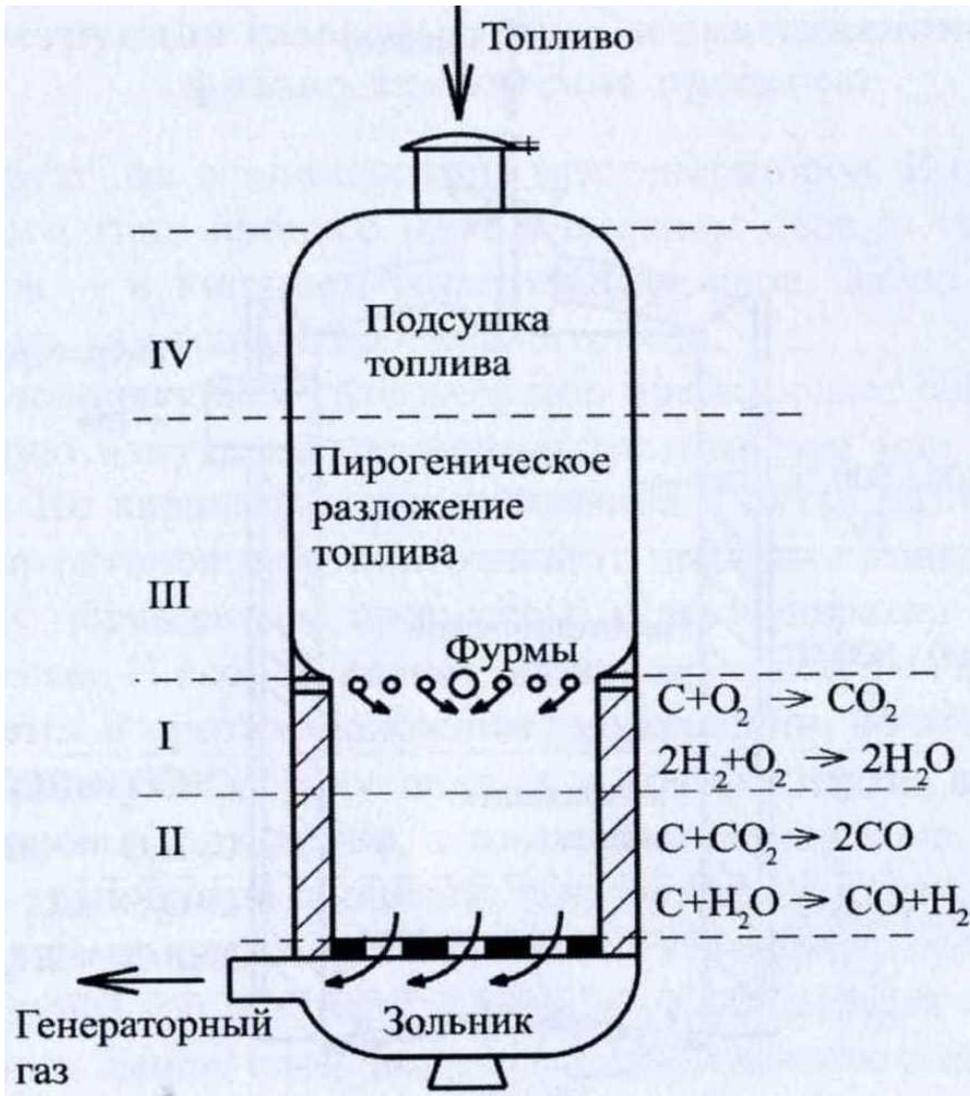
III – зона пиролиза (сухой перегонки)

IV – зона сушки

Топливосжигающие устройства

Конструкции газогенераторов

Прямоточный газогенератор (обращенный процесс)

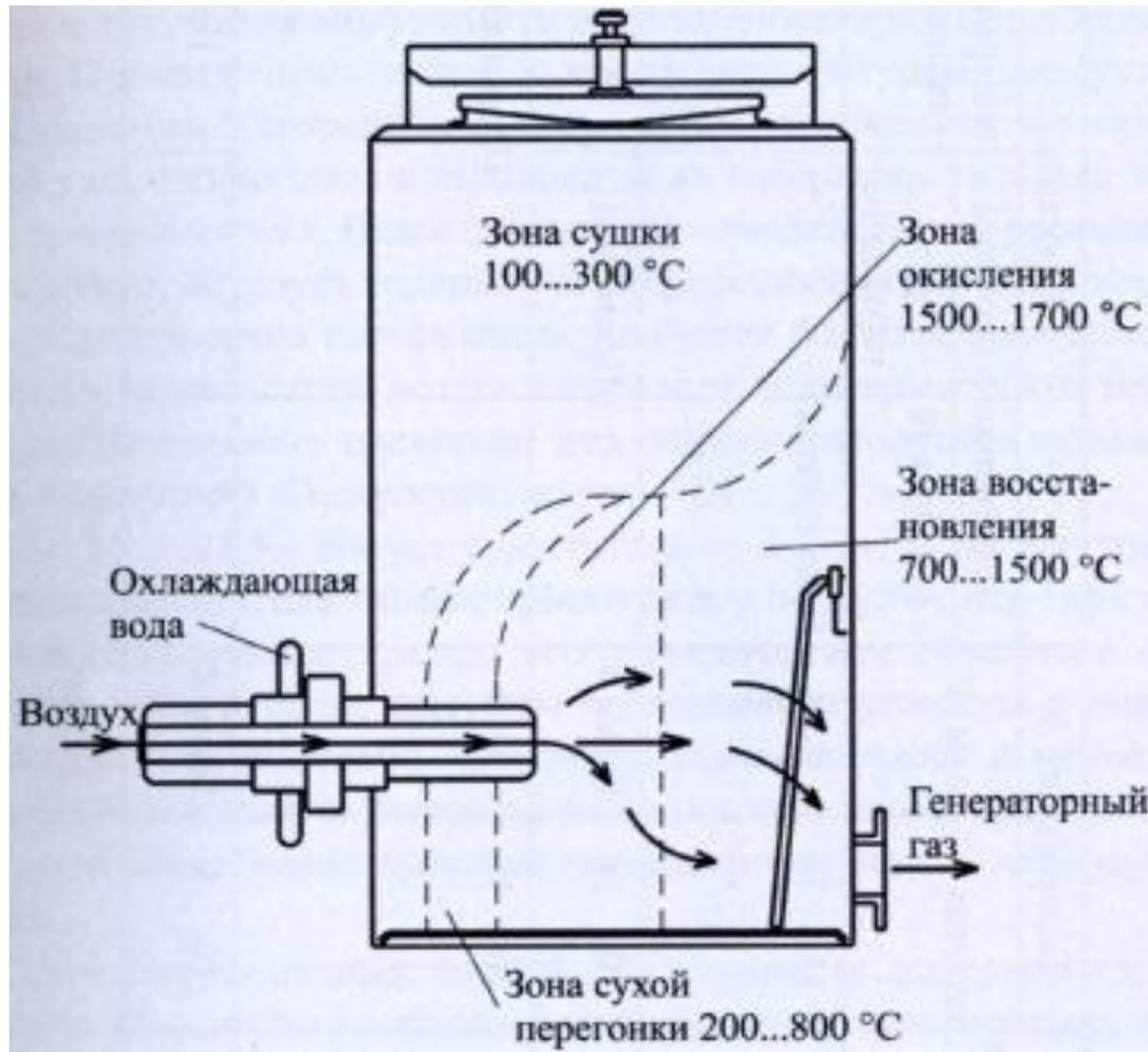


- I – зона горения (окисления)
- II – зона газификации
- III – зона пиролиза (сухой перегонки)
- IV – зона сушки

Топливосжигающие устройства

Конструкции газогенераторов

Газогенератор с поперечным процессом



Топливосжигающие устройства

Конструкции газогенераторов

Топлива можно разделить на группы в зависимости от содержания в топливах летучих V^r и золы A^c :

- битуминозные (смолистые) малозольные ($A^c \leq 4\%$) и многозольные ($A^c > 4\%$);
- небитуминозные (тощие или бессмольные) малозольные ($A^c \leq 4\%$)
- многозольные ($A^c > 4\%$).

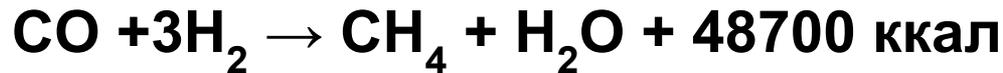
Типы газогенераторов, используемых для газификации различных видов топлив

Топливо		Группа	Содержание, %		Газогенератор			
			летучих V^r	золы A^c	обращенного процесса		поперечного процесса	прямого процесса
					с горловиной	без горловины		
Битуминозные (смолистые)	Древесные чурки, малозольный торф	1	85...0	До 4	⊕			
	Торф, бурый уголь	2	70...30	> 4		⊕		
Небитуминозные (бессмольные)	Древесный уголь, древесно-угольные брикеты, торфяной кокс	1	30...10	До 4		⊕		
	Полукокс, антрацит	2	10...5	> 4				⊕

Топливосжигающие устройства

Конструкции газогенераторов

При **высоких давлениях** в шахте газогенератора, помимо обычных реакций, продуктами которых являются водород и окись углерода, протекают еще со значительной скоростью вторичные реакции образования метана при взаимодействии водорода с углеродом топлива и окисью углерода:

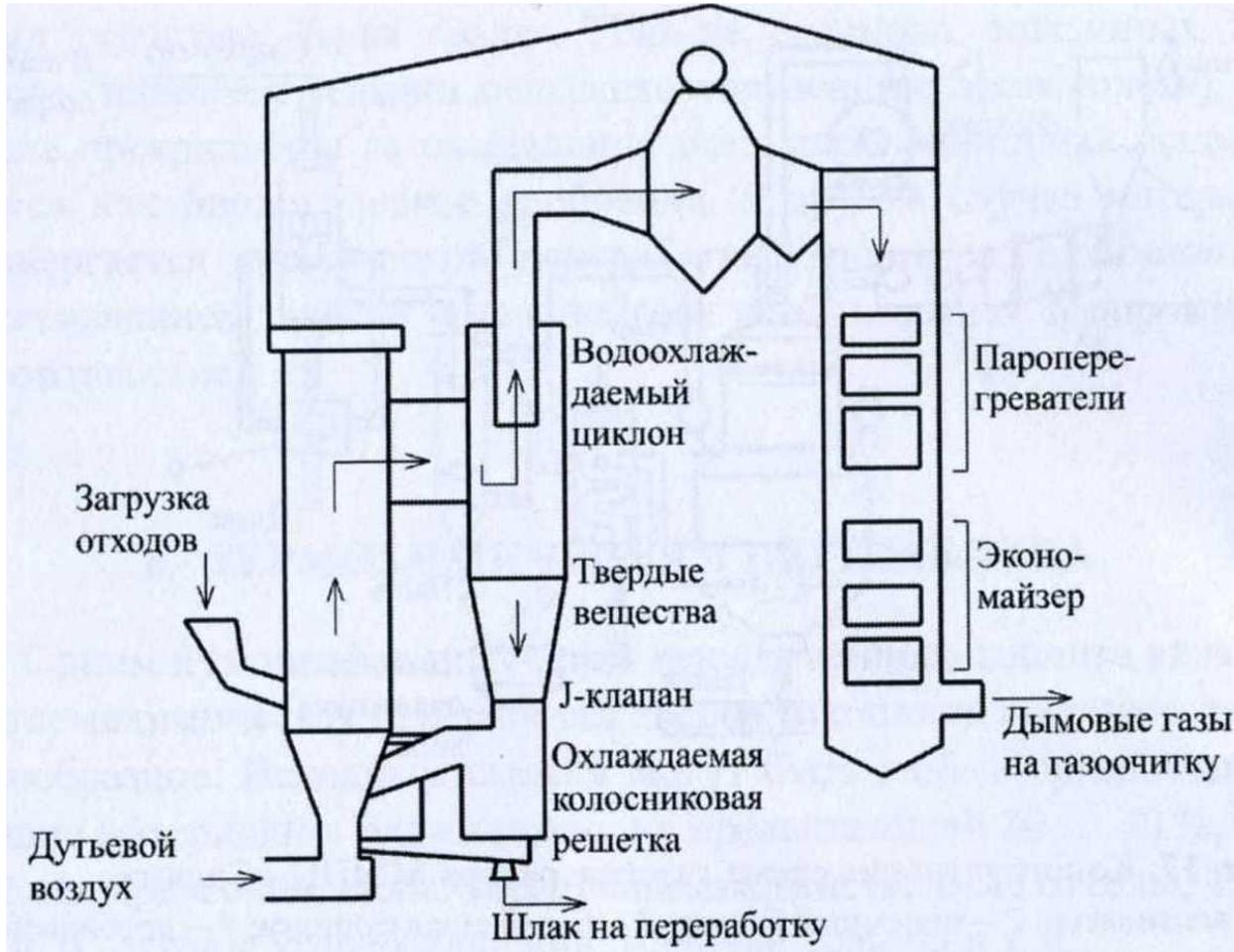


Теплота сгорания газа при газификации под давлением 20 кгс/см² достигает 4 000 ккал/м³ и выше.

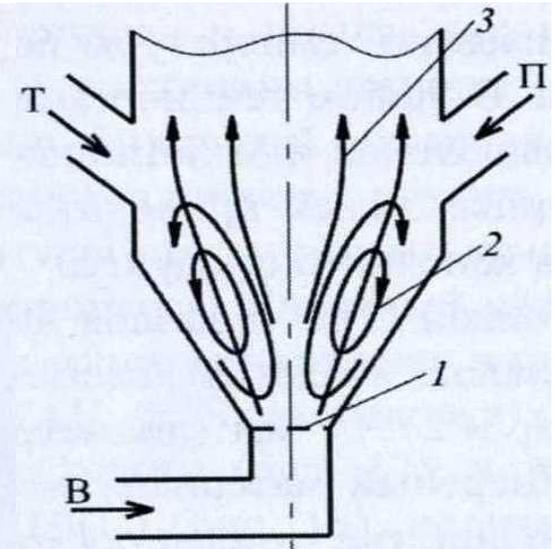
Топливосжигающие устройства

Конструкции газогенераторов

Схема печи с топкой ЦКС



Устье топки ЦКС

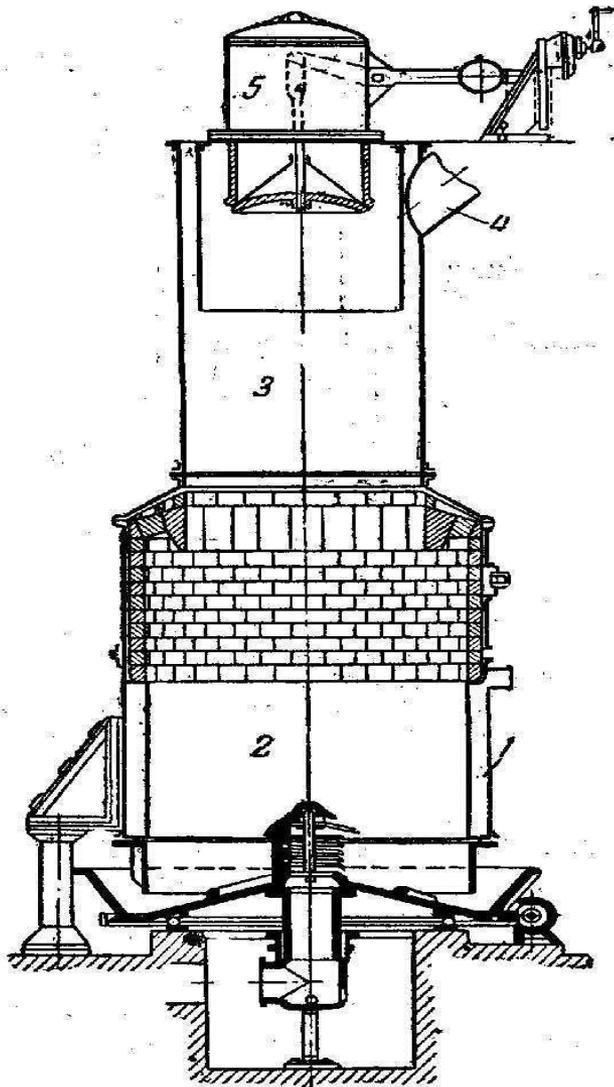


В – дутьевой воздух; Т – твердое топливо (ТБО, угольная крошка и т. п.); П – песок; 1 – колосниковая решетка; 2 – циркуляция твердой частицы слоя (инерт + частицы топлива); 3 – продукты сгорания (дымовые газы)

Топливосжигающие устройства

Конструкции газогенераторов

Газогенератор для топлив с высокой влажностью

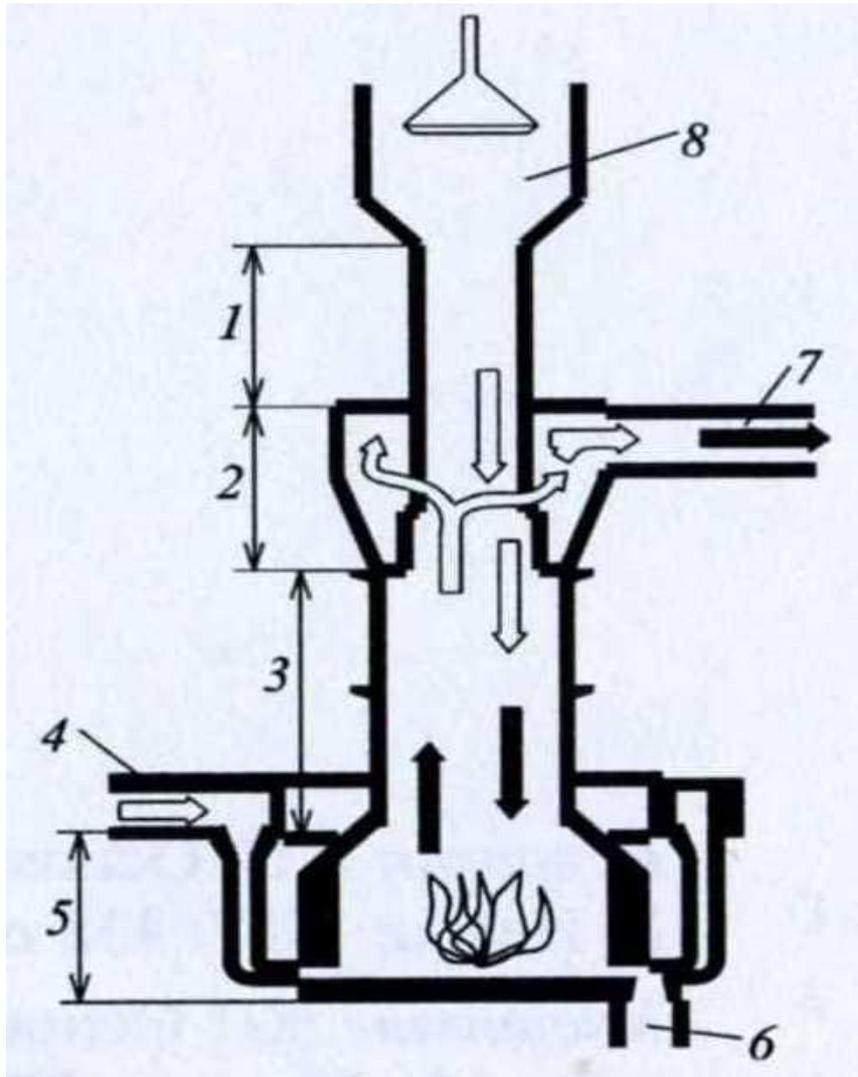


- 1 – пароводяная рубашка
- 2 – шахта
- 3 – шбель-шахта
- 4 – газопровод
- 5 – загрузочное устройство

Топливосжигающие устройства

Конструкции газогенераторов

Схема пиролизной печи фирмы «Торрекс»



- 1 – зона подогрева
- 2 – зона сушки
- 3 – зона пиролиза
- 4 – подача горячего воздуха в зону горения
- 5 – зона сжигания и плавления
- 6 – удаление и охлаждение шлака
- 7 – выход горячего газа
- 8 – загрузка отходов

Топливосжигающие устройства

Конструкции газогенераторов

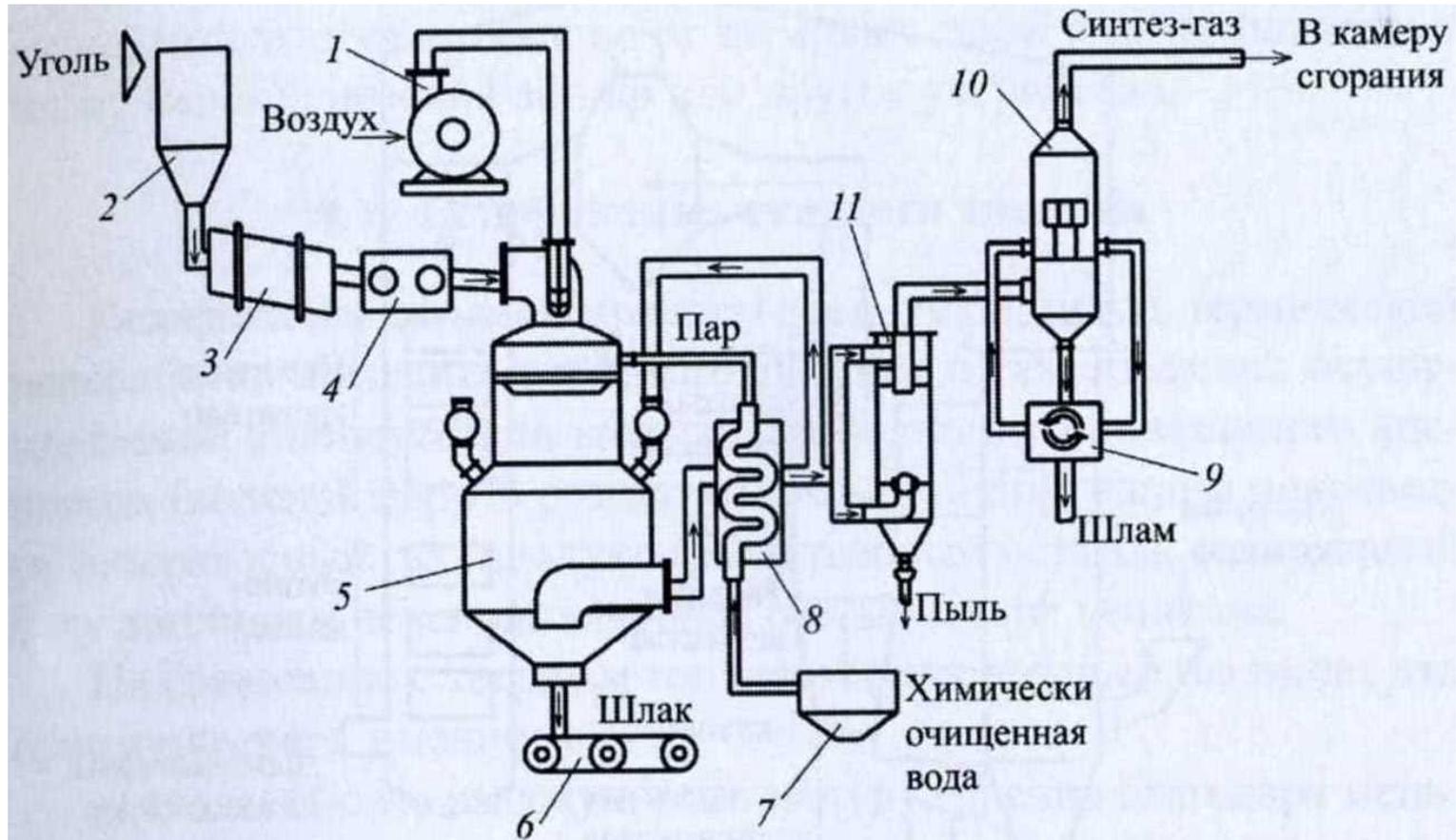
Показатели пиролиза при переработке шин

Показатель	Температура пиролиза, °С		
	500	700	800
Выход продуктов, %:			
твердые	0,5	52,0	44
жидкие	30,3	27,9	27,7
газообразные	6,8	18,2	26,2
потери	2,4	1,9	2,1
Расход энергии, МДж/кг	4,2	5,7	4,6
Теплота сгорания продуктов, МДж/кг:			
газообразных	34,0	44,1	37,8
жидких	44,1	42,1	25,6
твердых	35,4	33,4	31,1

Топливосжигающие устройства

Термохимическая переработка

Конструктивная схема газогенератора ММПП «Салют»



1 – вентилятор; 2 – приемный бункер; 3 – барабанная сушилка; 4 – дробилка; 5 – газогенератор; 6 – транспортер; 7 – водоочистная установка; 8 – теплообменник; 9 – затвор; 10 – адсорбер; 11 – циклон

Топливосжигающие устройства

Стоимость энергоносителей

Цены на энергоносители складываются под влиянием большого количества факторов и критериев.

- издержки и прибыль;
- акцизы и налоги, таможенные пошлины;
- соотношение спроса и предложения;
- государственная политика регулирования деятельности предприятий ТЭК;
- цены на мировом рынке;
- инвестиционная политика и т. д.

Добыча и производство энергоносителей

Вид топлива	Един. изм.	1992	1998	2004	2008	2010	2013
Уголь	млн.тонн	337	232	282	329	322	347
Нефть	млн.тонн	384	294	443	472	486	499
Газ природный и попутный	млрд.м ³	641	591	633	664	649	668
Бензин автомобильный	млн.тонн		25,9	30,5	35,6	36	38,8
Топливо дизельное	млн.тонн		45,1	55,4	68,9	70	71,5
Мазут топочный	млн.тонн		52,8	53,6	63,9	69,6	76,9

Топливосжигающие устройства

Стоимость энергоносителей

Средние цены производителей (в рублях на конец года)

Вид топлива	Един.изм	1992	1998	2004	2008	2010	2013
Уголь	тонна	1,1	114	359	565	683	962
Нефть (вкл. газ. конденсат)	тонна	6,3	339	3426	3377	7566	11328
Газ природный и попутный	тыс. м ³	0,2	44,1	275	533	626	1301
Бензин автомобильный	тонна	18,3	1309	9244	8963	16699	20108
Топливо дизельное	тонна	16	1092	10110	10180	16340	22847
Мазут топочный	тонна	8,3	455	1927	3673	7805	7717

Средние цены производителей (в долларах США на конец года)

Вид топлива	Един.изм	1992	1998	2004	2008	2010	2013
Курс \$ (на конец года)	руб. за 1\$	0,42	20,7	27,75	29,38	30,48	32,73
Уголь	тонна	2,7	5,5	12,9	19,2	22,4	29,4
Нефть (вкл. газ. конденсат)	тонна	15,2	16,4	123,5	114,9	248,2	346,1
Нефть (7,28 барр/т для Urals)	\$ за барр.	2,1	2,3	17,0	15,8	34,1	47,5
Газ природный и попутный	тыс. м ³	0,5	2,1	9,9	18,1	20,5	39,7
Бензин автомобильный	тонна	44,1	63,4	333,1	305,1	547,9	614,4
Топливо дизельное	тонна	38,6	52,9	364,3	346,5	536,1	698,0
Мазут топочный	тонна	20,0	22,0	69,4	125,0	256,1	235,8

Топливосжигающие устройства

Транспортировка энергоносителей

Доставка топлива осуществляется путем:

- автоперевозок
- Ж/Д перевозок
- трубопроводным транспортом (газопроводы, нефтепроводы, продуктопроводы)
- с использованием морского и речного транспорта.
- с использованием воздушного транспорта

Речные нефтеперевозки, в сравнении с железнодорожными, снижают затраты на 10-15%, и на 40% в сравнении с автомобильными.