



"Чисти технологии за използване на нискокачествени твърди горива за производство на електроенергия"



Прахова газификация на нискокачествени високосернисти въглища под налягане – предназначение, технологични решения, резултати от проведени проучвания и изследвания, очаквани технико-икономически показатели на газификационната инсталация

ст.н.с. д-р Николай Георгиев

Газификацията на твърдите горива осигурява технологични възможности за производство на газове с различно предназначение:

- нискокалоричен газ с $4,2-6,3 \text{ 21 MJ/m}^3$ - получава се чрез паровъздушно вдухване. Поради високото съдържание на баластни компоненти се използва на мястото на получаването му за производство на електроенергия или като технологично гориво
- среднокалоричен газ с $12,0-16,0 \text{ 21 MJ/m}^3$ - получава се при паро-кислородно вдухване. Използва се като синтез – газ за получаване на химически продукти и като енергийно и технологично гориво
- висококалоричен газ с над 21 MJ/m^3 - заместител на природния газ. Получава се след метанизация на газ, получен от въглища при паро-кислородно вдухване. Използва се като гориво за всякакви цели и като суровина за химическата промишленост

Основните фактори, които съдействат за утвърждаването на процеса на газификация са :

- висока степен на превръщане на въглищното органично вещество в газ
- висока ефективност при използването на газа като енергоносител в сравнение с въглищата
- разширяване на възможностите за използване на въглищните запаси и ефективно решаване на основни въпроси, свързани с опазването на природната среда при използване на въглищата
- разширяване на суровинната база на химическата промишленост

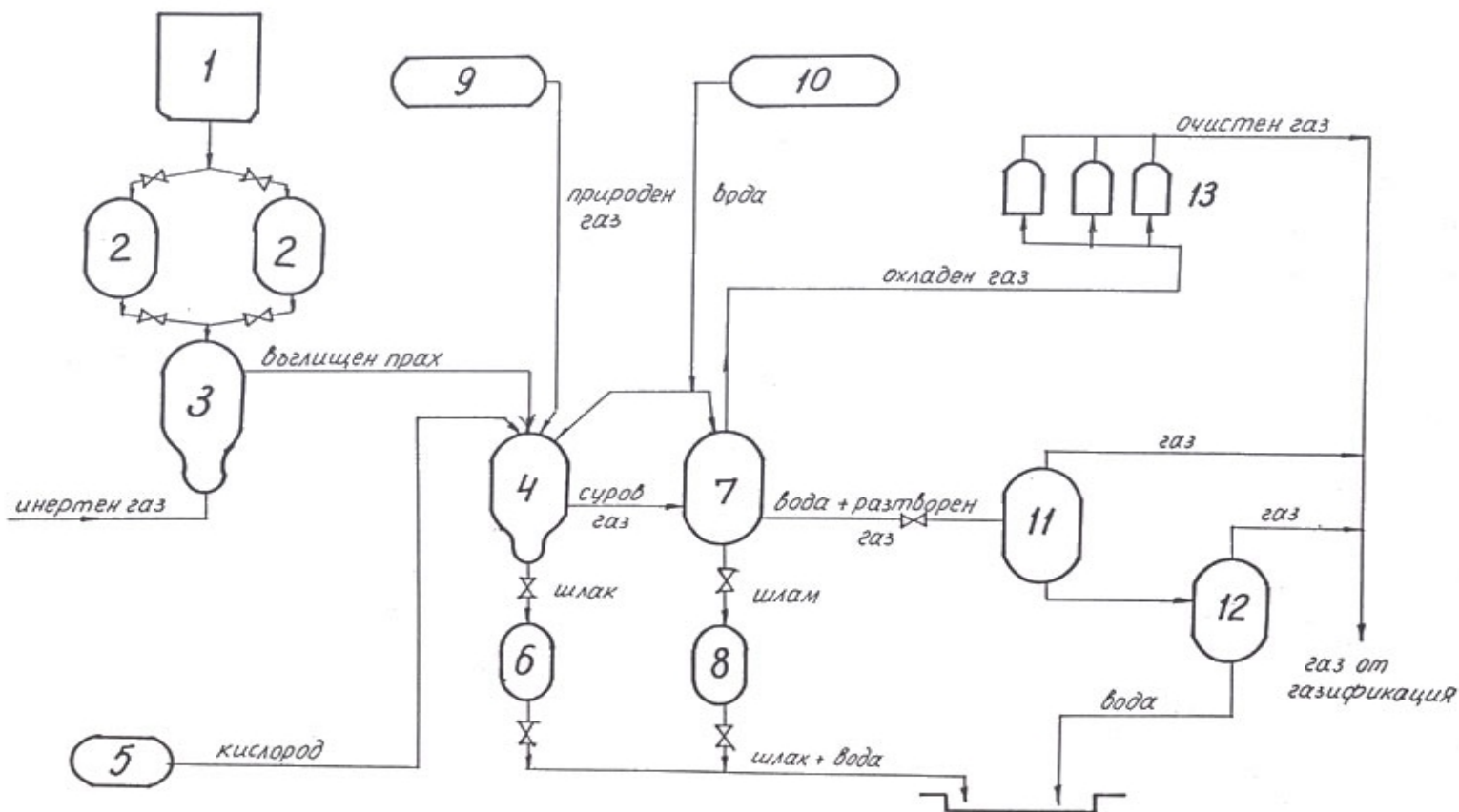
Процесите на газификация могат да бъдат класифицирани по различни технологични признаци

- начин на подаване и придвижване на горивото и направление на движението на вдухването и горивото в реактора за газификация;
- качество на получавания газ;
- начин на получаване на топлината, необходима за протичане на процеса и др.

"Чисти технологии за използване на нискокачествени твърди горива за производство на електроенергия"



- най-големи възможности за преработка на въглищата с високо пепелно съдържание – до 40%;
- висока степен на превръщане на въглерода на горивото в газ >90%;
- липса на строги изисквания към механичната и термичната стабилност на въглищата;
- възможности за преработка на въглища с ниска реакционна способност и ниска температура на топене на пепелта;
- висока производителност на газгенераторите;
- не се получават вредни странични продукти;
- работа при високо налягане, което дава възможност за реализиране на комбинирана схема газификация/парогазов цикъл за ефективно производство на електроенергия.



Фиг. 1 Принцилна технологична схема на пилотната инсталация за прахова газификация под налягане

**Физико-химична характеристика на изходните въглища и подготвения
въглищен прах**

№	Показатели	Изходни въглища	Подготвен въглищен прах
1.	Влага W_t^r , %	51	-
2.	Влага W^a , %	-	11,2
3.	Пепел A^d , %	36,0	36,1
4.	Летливи вещества V^{daf} , %	62,0	62,9
5.	Елементен анализ		
	- въглерод, C_t^d	37,4	37,7
	- водород, H_t^d	3,9	2,6
	- азот, N^d	0,5	0,5
	- кислород, O_d^d	14,7	20,2
6.	Обща сяра, в т.ч., %	5,84	5,91
	- сяра органична, S_o	2,69	2,85
	- сяра сулфатна, $S_{SO_4}^d$	1,93	2,22
	- сяра пиритна, S_p^d	1,22	0,84

7.	Топлина на изгаряне MJ/kg		
	- горна Q_s^d	15,14	14,60
	- долна Q_i^d	14,20	14,03
8.	Състав на пепелта, %		
	SiO_2	43,6	44,3
	Al_2O_3	21,3	21,3
	Fe_2O_3	16,6	14,0
	CaO	6,3	6,2
	MgO	1,8	2,9
	SO_3	5,9	7,6
9.	Съотношение на CaO / SiO_2	-	0,14

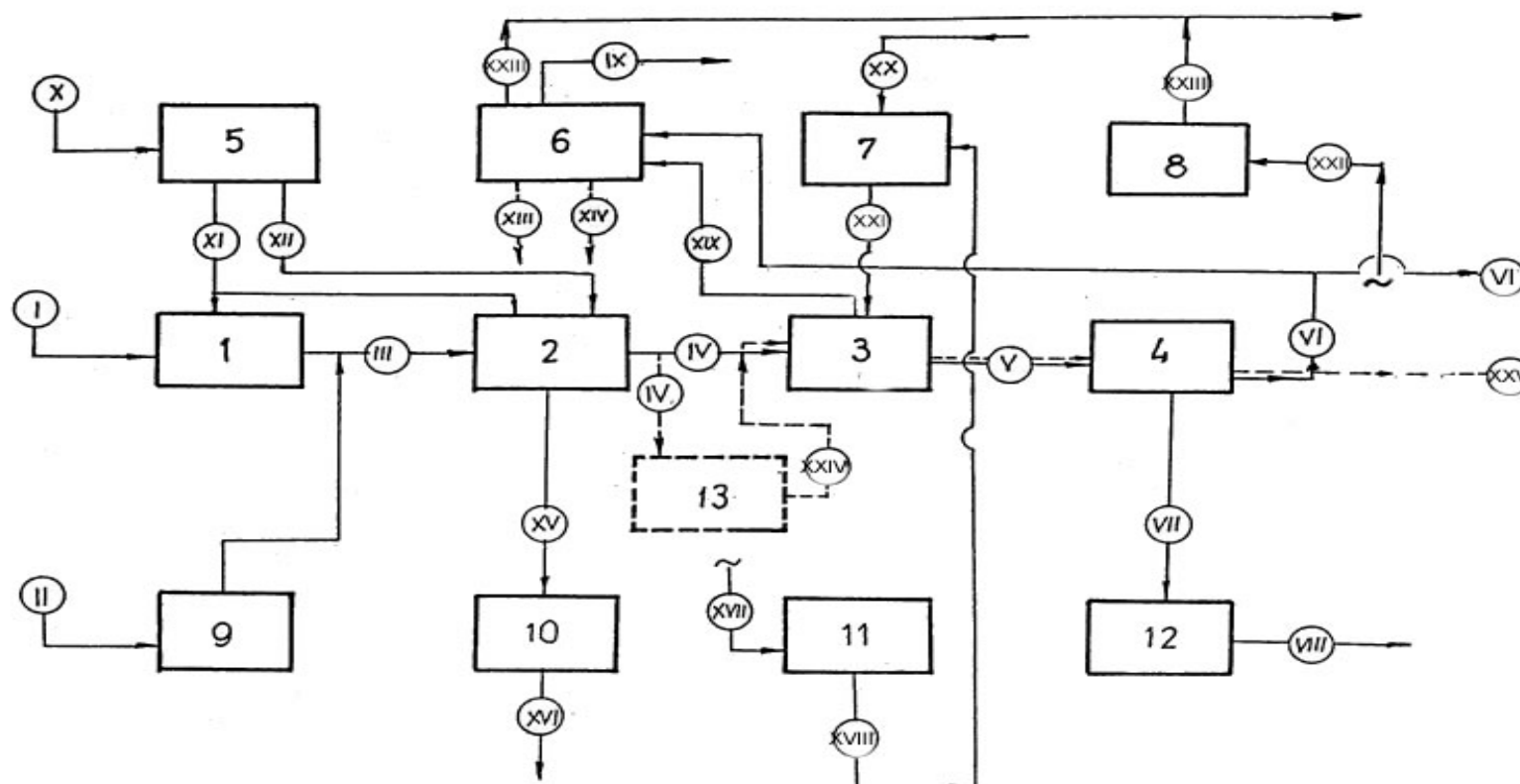
Режимни и разходни показатели на газификацията

No	Показатели	Пилотна инсталация	Изчисления за промишлен реактор
1.	Влага на въглищата W^a , %	11,2	11,2
2.	Пепел A^d , %	36,1	36,1
3.	Разход на кислород m^3/kg	0,55	-
4.	Отнесени към $CO+H_2$:		
	- специфичен разход на кислород m^3/m^3	0,56	0,41
	- специфичен разход на въглища kg/m^3	1,81	1,47
5.	Коефициент на кислородно съотношение	0,51	0,42
6.	Балансова температура $^{\circ}C$	1570	1570
7.	Обемно натоварване $m^3/m^3.h$	4261	-
8.	Натоварване по напречно сечение $m^3/m^2.h$	3698	-

9.	Състав на газа : об.%		
	H ₂	30,8	21,0
	CO	43,5	47,9
	CO ₂	11,7	15,0
	CH ₄	-	Следи
	N ₂	12,9	11,7
	H ₂ S	1,1	4,0
	COS	-	0,4
10.	Топлина на изгаряне на газа <i>kJ/m³</i>	9080	-
11.	Добив на суров газ <i>m³/kg</i>	1,14	-
12.	Степен на превръщане на въглерода, %	99,2	99,2
13.	Добив на сгурия <i>kg/kg</i>	0,290	-
14.	КПД на газификацията, %	61,2	67,0

Разпределение на въглерода и сярата при газификацията

No	Показатели	Въглерод	Сяра
1.	Постъпва с въглищния прах, %	100	100
2.	Разпределя се в продуктите от газификацията, %		
	- газ	99,2	87,57
	- шлака	0,8	2,78
	- отпадна вода	-	6,25
3.	Необвързка на баланса, %	-	3,39



Фиг. 2 Блок-схема на завода за газификация

Характеристика на изходните лигнитни въглища от Елховския басейн

No	Показатели	Изходни въглища
1.	Влага W_t^r , %	51
2.	Пепел A^r , %	17,7
3.	Сяра обща S_t^r , %	3,6
4.	Летливи вещества V^r , %	30,38
5.	Елементен анализ, %	
	- въглерод, C_t^r	18,3
	- водород, H_t^r	1,9
	- азот, N^r	0,3
	- кислород, O_d^r	7,2

6.	Топлина на изгаряне kJ/kg	
	- долна Q_i^r	6250
7.	Състав на пепелта, %	
	SiO_2	43,6
	Al_2O_3	21,3
	Fe_2O_3	16,6
	CaO	6,3
	MgO	1,8
	SO_3	5,9

**Продукти, получавани при газификацията на 6 млн. т/год. лигнитни въглища
от Елховския басейн**

№	Получавани продукти и качества на очистения енергиен газ	Производство на енергиен газ
I.	Получавани продукти	
	1. Очистен енергиен газ, m^3	$2896 \cdot 10^6$
	2. Сяра, t	$207 \cdot 10^3$
	3. Минерален остатък, t	$993 \cdot 10^3$
	4. Пара ниско налягане, t	$494 \cdot 10^3$

II.	Качества на очистения газ	
	1. Състав на газа, об.%	
	- водород	21,8
	- въглероден окис	52,5
	- въглероден двуокис	14,6
	- азот	11,1
	- сяра, mg/m^3	130
	2. Налягане на газа, MPa	2,6
	3. Температура, $^{\circ}C$	30
	4. Топлина на изгаряна, kJ/m^3	8980

Обобщен материален баланс за производство на очистен енергиен газ

№	Показатели	Елховски басейн	
		Производство	Разходи
1.	Сурови въглища, <i>t/год.</i>	-	6000.10 ³
2.	Минерална добавка, <i>t/год.</i>	-	164.10 ³
3.	Кислород, <i>m³/год</i>	1184.10 ⁶	1184.10 ⁶
4.	Азот, <i>m³/год</i>	1267.10 ⁶	1267.10 ⁶
5.	Електроенергия, <i>MWh/год.</i>	-	742.10 ³
6.	Пара, в.н. (3,8 МПа), <i>t/год.</i>	-	175,2.10 ³
7.	Пара, н.н., общо, <i>t/год.</i>	6754.10 ³	6260.10 ³

8.	Пара, ср.н. (1,6 МПа), <i>t/год.</i>	-	350.10 ³
9.	Свежа вода, <i>t/год.</i>	-	23669.10 ³
10.	Техническа вода, <i>t/год.</i>	-	450.10 ³
11.	Отпадни вода, <i>t/год.</i>	2803.10 ³	-
12.	Въглероден двуокис, <i>m³/год</i>	24,53.10 ³	24,53.10 ³
13.	Енергиен газ, <i>m³/год</i>	2896.10 ⁶	-
14.	Сяра, <i>t/год.</i>	207,1.10 ³	-
15.	Шлака, <i>t/год.</i>	993.10 ³	-

**Обобщени технико-икономически показатели при производството на очистен
газ от въглища на Елховския басейн**

№	Показатели	Стойност
1.	Суровина (въглища), <i>х. t/год.</i>	6 000
2.	Капиталовложения, <i>х.лв.</i>	580 000
3.	Експлоатационни разходи, <i>х.лв./год.</i>	
	- за въглища, <i>х.лв./год.</i>	114 000
	- амортизационни отчисления, <i>х.лв./год.</i>	30 740
	- основни ремонти, <i>х.лв./год.</i>	11 600
	- заплата и начисления, <i>х.лв./год.</i>	12 937
	- други разходи включително минерална добавка, <i>х.лв./год.</i>	11 905
4.	Производство на газ, <i>т³.10⁶/год.</i>	2896
5.	Производство на сяр, <i>х. t/год.</i>	207
6.	Гранулирана шлака, <i>х. t/год.</i>	993