

UOT 662.997:537.22:539.104:661.472

GÜNƏŞ ENERJİSİNİN TERMOKİMYƏVİ ÜSULLA YANAR QAZ QARIŞIQLARININ KİMYƏVİ ENERJİSİNƏ ÇEVRİLMƏSİ

SALAMOV O.M., QƏRİBOV A.A., SULTANOVA K.D., MUSTAFAYEVA R.M.

AMEA Radiasiya Problemləri İnstitutu

Hazırki işdə yüksəkpotensiallı günəş enerjisinin termokimyəvi üsulla yanar qaz qarışığının kimyəvi enerjisinə çevrilməsi və toplanması məsələsi nəzərdən keçirilir. Bu məqsədlə təcrübə sınaq qurğusu yaradılmışdır, hansı ki, fokusunda içərisi fındıq və qoz qabıqlarından ibarət biokütlələrlə (BK) doldurulmuş termokimyəvi reaktor (TKR) yerləşdirilmiş parabolik konsentratordan (PK), dozalaşdırıcı, soyuducu, süzücü və quruducu sistemlərdən, avtomatik idarəetmə blokundan və yığım həcmlərindən ibarətdir. Aşağıda qurğunun funksional sxemi, işləmə prinsipləri, təcrübənin aparılma qaydaları və alınmış elmi nəticələr verilmişdir.

İşin aktuallığı. Bir tərəfdən hazırda əsas enerjidaşıyıcıları kimi istifadə olunan neftin və qazın ehtiyatlarının ilbəl azalması, digər tərəfdən də həmin enerjidaşıyıcılarından elektrik və istilik enerjisi almaq məqsədilə, yaxud bilavasitə məişət yanacağı kimi istifadə edilərkən ətraf mühitin get-gedə daha artıq dərəcədə çirklənməsi, həmçinin yerətrafi atmosfer qatının istilik balansının pozulması baş verir ki, bu da olduqca mürəkkəb iqtisadi və ekoloji durumun yaranmasına səbəb olur. Enerjidaşıyıcıların çatışmamazlığı kənd yerlərində özünü daha bariz şəkildə göstərir ki, bunun da nəticəsində dağlıq və dağətrafi rayonların meşə təsərrüfatlarına külli miqdarda ziyan vurulur və bu zaman əksər hallarda fıstıq, pələnd, qoz, cökə kimi qiymətli ağac növləri məhv edilir, aran rayonlarda isə daha böhranlı vəziyyət yaranır. Odur ki, məişət şəraitinin yaxşılaşdırılması məqsədilə birinci mərhələdə kənd, sonra isə tədricən şəhər əhalisinin enerjiyə olan tələbatının heç olmasa bir hissəsinin süni yolla alınma bilən maye və ya qaz şəkilli alternativ yanacaq növlərinin hesabına təmin olunması müstəsna əhəmiyyət kəsb edir. Bu məqsədlə xammal kimi müxtəlif növ üzvi tullantılardan, həmçinin heyvandarlıq təsərrüfatında və sənaye sahəsində birbaşa istifadə üçün yararlı olan BK-dən istifadə etməklə termokimyəvi yolla hidrogen tərkibli yanar qaz qarışığının alınması və bu zaman enerji mənbəyi kimi günəş enerjisindən istifadə edilməsi daha böyük maraq doğurur. Bu onunla əlaqədardır ki, əvvəla günəşin enerjisi tükənməzdir və o ekoloji cəhətdən ən «təmiz» enerji mənbəsidir, ikincisi, günəş enerjisinin hər-hansı yolla başqa enerji növünə çevrilməsi zamanı ətraf mühitin istilik balansı pozulmur. Azərbaycan günəş enerjisinin ehtiyatlarına görə dünyanın ən zəngin ölkələrindən biridir, belə ki, hər kvadrat metr əraziyə düşən günəş şüalarının enerjisinin sıxlığının (GŞES) maksimal qiyməti 900-950 Vt/m² olmaqla, günəş parıltısı saatlarının miqdarı ildə ~4400 saat, işçi saatların miqdarı isə ~2500 saat təşkil edir.

Hazırki işdə günəş enerjisindən istifadə etməklə termokimyəvi üsulla müxtəlif növ BK-dən, xüsusən fındıq və qoz qabıqlarından yanar qaz qarışıqlarının alınması məsələsi nəzərdən keçirilir.

Xammal kimi qoz və fındıq qabıqlarının seçilməsinə gəldikdə bu heç də təsədiqi deyildir. Əvvəla, ona görə ki, bu xammalların tərkibinin əsas hissəsini asanlıqla maye, qaz və bərk yanacağıya çevrilə bilən selüloza təşkil edir. İkincisi, onların tərkiblərində kalium, kalsium və maqneziumun miqdarı enerji istehsalı prosesinə mənfi təsir göstərə biləcək həddə çatmır, azotun miqdarı 1,5%-dən, kükürdün miqdarı isə 0,1%-dən aşağıdır, enerji daşıyıcıların alınması üçün əsas tərkib sayılan lıqının miqdarı isə ümumi kütlənin 50%-ə qədərini təşkil edir [1,2]. Reaksiyadan alınan tullantı məhsullarının (kül) tərkibində kifayət qədər mineral maddələr olduğu üçün onlar kübrə kimi istifadə edilə bilər. Üçüncüsü, respublikamızda qoz və fındıq məhsullarının istehsalı yetərincədir və bu göstərici il-ildən

artan sürətlə inkişaf edir [3]. Cədvəl 1-də Azərbaycanın qoz məhsulu istehsal olunan iqtisadi zonalarının illik göstəriciləri verilmişdir.

Cədvəl 1. Azərbaycanda qoz məhsulu istehsal olunan ərazilərin ayrı-ayrı iqtisadi zonalar üzrə sahələri və yığılan məhsulun illik miqdarı

Ərazi	Sahəsi, ha	Məhsuldarlıq, ton/il
Şəki-Zaqatala	928,0	18025
Quba-Qusar	809,0	11450
Naxçıvan MR	290,2	1145
Qazax-Gəncə	288,0	779
Resp.üzrə cəmi	2315,2	31399

Respublika üzrə fındıqçılıq təsərrüfatına aid sahələrin ümumi sahəsi ~20.000 ha təşkil edir və hər hektar sahədən il ərzində orta hesabla 2,0-2,5 ton fındıq məhsulu götürülür.

Cədvəl 2-də qoz və fındıq məhsullarının qurudulmuş qabıqlarında olan üzvi komponentlərin hər birinin faiz hesabı ilə miqdarı, Cədvəl 3-də isə həmin məhsulların element tərkibləri və piroliz yolu ilə onlardan alınan aktivləşdirilmiş kömürün vahid kütləsi yanarkən alınan istilik miqdarının kkal/kq-la ifadəsi verilmişdir.

Cədvəl 2. Fındıq və qoz qabıqların tərkibində olan üzvi komponentlərin qurudulmuş BK-nin ilkin kütləsinə nisbətən faizlə miqdarları

Komponentlər	Fındıq qabıqları	Qoz qabıqları
Liqnin	45,5	52,0
Selüloza	25,0	34,6
Suda həll olan maddələr	10,0	6,5
Hemi selüloza	9,5	4,6
Yağlar və qətranlar	1,5	3,2
Küllü maddələr	1,3	0,8

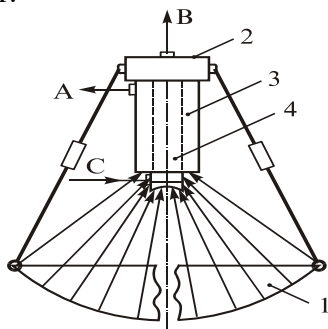
Cədvəl 3. Fındıq və qoz qabıqlarının element tərkibləri və onlardan alınan aktivləşdirilmiş kömürün vahid kütləyə görə istilikvermə qabiliyyəti

BK-nin adı	C	H	O	N	H/C	O/C	İstilikvermə qabiliyyəti kkal/kq
Fındıq qabıqları	51,5	5,2	43,2	0,2	1,21	0,63	4384
Qoz qabıqları	52,0	7,3	40,7	-	1,68	0,59	4498

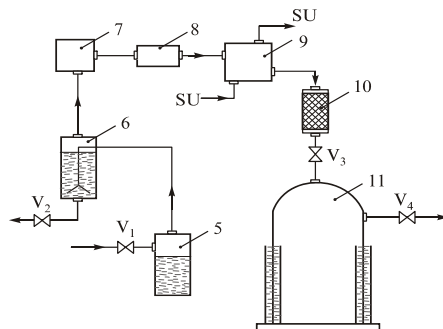
Cədvəllərdən görsəndiyi kimi hazırki işdə qarşıya qoyulan məqsədə çatmaq üçün BK qismində fındıq və qoz qabıqlarından istifadə edilməsi tam məqsədə uyğundur. Yuxarıda qeyd edilənləri nəzərə alaraq tərəfimizdən günəş enerjisinin termokimyəvi yolla yanar qaz qarışıqlarının kimyəvi enerjisinə çevirmək məqsədilə PK-lu Günəş energetik qurğusu (GEQ) işlənmiş və, AMEA Radiasiya problemləri İnstitutunun heliomeydançasında təbii sınaqdan keçirilmişdir. Aşağıda həmin GEQ-nun funksional sxemi və işləmə prinsipləri təsvir olunmuşdur.

GEQ-nun ümumi təsviri. Şəkil 1-də GEQ-nun sadələşdirilmiş sxemi, Şəkil 2-də BK-nin pirolizi nəticəsində alınan yanar qaz qarışığının atmosfer təzyiqində, Şəkil 3-də isə su buxarının iştirakı ilə BK-nin qazlaşdırılması nəticəsində alınan yanar qaz qarışığının təzyiq altında yığılmasını təmin edən sistemlərin texnoloji sxemləri təsvir olunmuşlar. GEQ-su PK-dan 1, şüaqəbuledici səthi onun fokal müstəvisində yerləşən TKR-dan 2, BK-nin pirolizi və qazlaşdırılması proseslərinin getdiyi reaksiya həcmələrindən 3 və 4, uyğun olaraq, ayırma 5, yuma 6, alovsöndürmə 7, süzmə 8, soyutma 9 və qurutma 10 kameralarından, alınan qaz

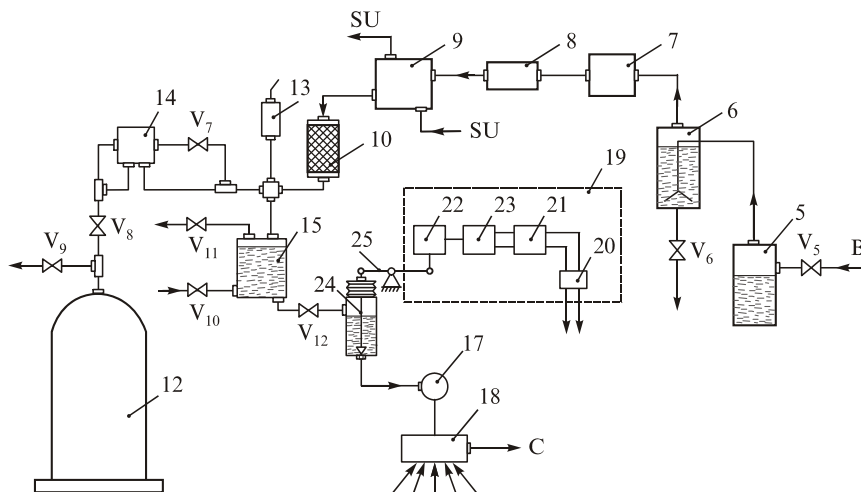
qarışığının adi təzyiqdə yığılması üçün qazholderdən 11 və təzyiq altında yığılması üçün resiverdən 12, maksimal təzyiq relesindən 13 və təzyiq tənzimləyici reledən 14, su xətti üzrə dozalaşdırıcı sistemlə bilavasitə, qaz xətti üzrə isə qazlaşdırma prosesinin aparıldığı həcmə 4 əks əlaqəsi olan kiçik həcmli su çənindən 15, dozalaşdırıcı sistemin idarə olunan ventilindən 16, şarşəkili əlaqələndirici mexanizmdən 17, çıxışı TKR-un aşağı hissəsində olan su buxarı xətti C ilə əlaqələndirilmiş buxarlandırıcıdan 18 və avtomatik idarəetmə sistemindən 19 ibarətdir, hansı ki, öz növbəsində işi termocütün siqnalına əsasən idarə olunan istilik relesi 20 və idarəetmə blokundan 21, həmçinin sonsuz vint ötürməsi ilə reduktorla 22 əlaqələnmiş mikromühərrikdən 23 və bir ucu reduktorun 22 şaquli istiqamətdə hərəkət edə bilən hissəsinə, digər ucu isə idarə olunan ventilin 16 klapanına sifon mexanizmindən keçməklə təsir edə bilən şaquli oxun 24 yuxarı hissəsinə şarşəkili fırlanma sistemi vasitəsilə birləşmiş ling mexanizmindən 25 ibarətdir. GEQ həmçinin qazholder 11, resiver 12 və kiçik həcmli su çəninin 14 normal dolub boşalmasının və qaz qarışığının işlədicidə problemsiz istifadəsinin təmin olunması məqsədilə V_1-V_{12} ventilləri ilə təciz edilmişdir.



Şəkil 1. Günəş enerjisi yanar qaz qarışığının kimyəvi enerjisi-nə çevirmək üçün PK-lu GEO



Şəkil 2. Piroliz prosesi nəticəsində alınan yanar qaz qarışığının əlavə təzyiq altında yığılması üçün sistemin texnoloji sxemi



Şəkil 3. Su buxarının iştirakı ilə BK-nin qazlaşdırılması nəticəsində alınan yanar qaz qarışığının təzyiq altında yığılması üçün sistemin texnoloji sxemi

TKR 2 konsentrik şəkildə biri digərinin içərisində yerləşən iki silindrik həcm 3 və 4 şəklində hazırlanmışdır və bu zaman xarici silindrik həcmdə 3 BK-nin pirolizi, daxili həcmdə 4 isə qazlaşdırılması prosesləri aparılır [4]. Lazımi temperatur rejimlərinin (piroliz üçün 500-700⁰S, qazlaşdırma prosesi üçün isə 500-900⁰S) təmin olunması üçün daxili silindrik həcm

4 şüa qəbul edən səthi (oturacağına xarici səthi) PK-un 1 fokal, xarici həcmi 3 şüa qəbul edən səthi isə afokal müstəvisi üzərində yerləşdirilir. TKR-un 2 xarici 3 və daxili 4 silindrik həcmələrinin diametrləri və uzunluqları əks olunan günəş şüalarının enerjisinin sıxlığının və temperaturun PK-un 1 fokal və afokal müstəvilərində paylanma mexanizmləri nəzərə alınmaqla seçilir [5]. Hazırkı halda istifadə edilən TKR polad materialdan hazırlanmaqla onun daxili 4 və xarici 3 silindrik həcmələrinin xarici diametrləri uyğun olaraq 56 mm və 106 mm, uzunluqları 250 mm və 200mm, yan divarlarının qalınlıqları isə 3 mm-ə bərabərdir. TKR 2 üst tərəfdən qapaqla təchiz olunmuşdur, hansı ki, xarici silindrik həcmi 3 xarici divarında açılmış yivli hissəyə burularaq bərkidilir və eyni zamanda həmin qapaq daxili silindrik həcmi 4 yuxarı hissəsinə xüsusi hermetikləşdirici halqa vasitəsilə sıxılaraq onun da ağzını kip bağlayır. Alınan qaz qarışıqının çıxması və yığım həcmələrinə ötürülməsi üçün xarici 3 və daxili 4 silindrik həcmələr uyğun olaraq A və B çıxışları ilə təmin olunmuşlar. Bundan başqa daxili silindrik həcm 4 həm də qazlaşma prosesinin aparılması üçün lazım gələn su buxarının buxarlandırıcısından 18 reaksiya kamerasına daxil ola bilməsi üçün alt hissədən su buxarı xətti C ilə təmin olunmuşdur.

PK 1 diametri $D=1,5\text{m}$, açılma bucağı $U=120^{\circ}$, divarının qalınlığı $\delta=7\cdot 10^{-3}\text{m}$ olan parabolik güzgüdən ibarətdir, hansının ki, aktiv şüa qəbul edən səthinin sahəsi (TKR2 tərəfindən olan kölgələnmə nəzərə alınmadan) $S_A=1,77\text{m}^2$, şüa əksətdirmə əmsalı $R_{\text{şo}}=0,8$, həndəsi bucaq xətası $\gamma=2$, fokus məsafəsi $f=0,65\text{m}$, günəşə tərəf dəqiq tuşlanan zaman fokal müstəvi üzərində alınan dairəvi şəkilli ləkənin diametri $d_{\text{fl}}=11\cdot 10^{-3}\text{m}$, maksimal gücü (GŞES-nin 900Vt/m^2 qiymətində) $P_{\text{maks}}=1,274\text{kVt}$ təşkil edir. Riyazi modelə [5] əsasən müəyyən edilmişdir ki, PK-lu GEQ vasitəsilə əldə olunan temperatur konsentratörün fokal və afokal müstəviləri üzərindəki ayrı-ayrı həlqəvi zolaqlarda 100°S -dən 3000°S -yə qədər intervalda dəyişə bilər və bu temperaturun qiyməti fokus nöqtəsindən ixtiyari istiqamətdə olan məsafə ilə tərs mütənəsb asılıdır.

Buxarlandırıcının 18 girişi şarşəkilli əlaqələndirici mexanizm 17 vasitəsilə idarəolunan ventilin 16 çıxışı ilə, çıxışı isə bilavasitə TKR-un 2 qazlaşdırma kamerasının 4 aşağı hissəsindən götürülmüş C xətti ilə birləşdirilmişdir.

Alovsöndürmə kamerası 7, maksimal təzyiq relesi 13 və təzyiq tənzimləyici rele 14 sistemi baş verə biləcək qəza hallarından (partlayış təhlükəsindən və hermetikliyin pozulmasından) qorumağa xidmət edirlər. Bundan başqa təzyiq tənzimləyici rele 14 əks əlaqəyə malik olduğu üçün həm də (maksimal təzyiq relesi 13 ilə birgə fəaliyyət göstərməklə) resiverdə 12 yığılan yanar qaz qarışıqının eyni vaxtda işlədici tərəfindən istifadə oldunduğu hallarda TKR-un 2 normal iş rejiminin təmin edilməsi funksiyasını yerinə yetirir.

Alınan qaz qarışıqlarının süzülməsi üçün şüşəli pambıqdan istifadə edilir, hansı ki, süzmə kamerasının 8 içərisinə lay-lay yığılır. Qurutma kamerasında quruducu reagent kimi sorbentlərdən (şlikogel, yaxul alümoqellərdən) istifadə olunur. Bunun nəticəsində qazın tərkibindəki nəmliyin miqdarı $0,03-0,05\text{q/m}^3$ -a qədər azalır ki, bu da donma temperaturunun mənfi 50°S -yə qədər sürüşməsinə səbəb olur və belə tərkibli qazın nəqli zamanı hətta qış fəslində də heç bir problem yaranmır.

GEQ-nun işləmə prinsipi aşağıdakı kimidir.

İrəlicədən xırdalanmış ($\sim 0,5\text{mm}$ tərtibində) fındıq, yaxud qoz qabıqları 105°S temperaturda sabit çəki alınana qədər qurudulduqdan sonra TKR-un 2 xarici 3 və daxili 4 həcmələrində doldurulur. Bu məqsədlə piroliz kamerasına $370\pm 100\text{qr}$, qazlaşdırma kamerasına 4 isə $150\pm 200\text{qr}$ BK doldurulur. Sonra TKR-un 2 daxili həcmi şüa qəbul edən səthi PK-un 1 fokal müstəvisində yerləşdirilir. PK-dan 1 əks olunan konsentrasiya edilmiş günəş şüalarının sayəsində TKR-un 2 xarici 3 və daxili 4 həcmələrinin şüa qəbul edən səthlərindəki temperaturların qiymətləri müvafiq həddlərə çatdıqda piroliz kamerasında 3 BK-nin maye (500°S -yə qədər temperaturlarda) və qaz qarışığı ($500-700^{\circ}\text{S}$ temperaturlarda) şəklində, qazlaşdırma kamerasında 4 isə ($500-900^{\circ}\text{S}$ temperaturlarda) ancaq qaz qarışığı şəklində enerjidaşıyıcılarına çevrilməsi prosesləri baş verir. PK 1 günəşə tərəf tuşlanarkən buxarlandırıcının 18 şüa qəbul edən səthi də qızdığından axırıncı su buxarı istehsal edir, hansı ki, avtomatik idarəetmə sistemi vasitəsilə dozalaşdırılaraq qazlaşdırma kamerasının 4 aşağı hissəsindəki C kanalı vasitəsilə həmin kameranın içərisinə daxil olur. Alınan qaz qarışıqları

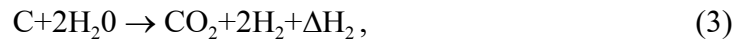
H₂, CO, CH₄ və CO₂ qaz komponentlərindən ibarətdir. Adətən CO₂ qazı aşağı temperaturlarda ayrılır və yanmayan qaz olduğu üçün müxtəlif usullarla ümumi qaz qarışığının tərkibindən kənar edilir.

BK-nin pirolizi və qazlaşdırılması prosesləri son mərhələdə aşağıdakı sadələşdirilmiş reaksiyalar üzrə gedir, hansıların ki, kinetikasi kömürün qazlaşdırılması prosesinin kinetikasi ilə analojidir [2].

Piroliz zamanı



Qazlaşdırılması zamanı



Burada ΔH_i –reaksiyanın aparılması üçün lazım gələn (yaxud reaksiya nəticəsində ayrılan) istilik miqdarı olub (1), (2), (3) və (4) reaksiyaları üçün uyğun olaraq $\Delta H_1 = +132$ kCoul/mol; $\Delta H_2 = +89$ kCoul/mol; $\Delta H_3 = +134$ kCoul/mol və $\Delta H_4 = -75$ kCoul/mol təşkil edir.

Alınan qaz qarışıqlarının əsas komponentlərini H₂ (55-65%) və CO (~12,0 – 15,0%) təşkil edir, metan qazının miqdarı isə ~7,0%-ə qədərdir. Prosesin f.i.ə.-lını ~33%-ə bərabərdir.

Piroliz prosesinin sonunda bərk yanacaq (aktivləşdirilmiş kömür), əvvəlində isə (aşağı temperaturlarda) maye yanacaq alınır, hansını ki, lazım gəldikdə reaksiya kamerasından çıxarmaq mümkündür.

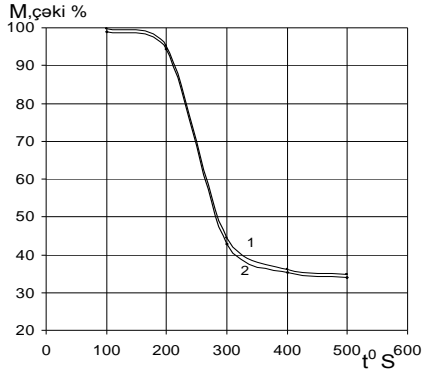
Qazlaşdırma prosesi təzyiqlə altıda, piroliz isə adi təzyiqdən azacıq fərqlənən əlavə təzyiqdə (~10 – 20 kPa) aparılır. Bu zaman TKR-un 2 qazlaşdırma kamerasında təzyiqlə yol verilən maksimal həddi 0,4 MPa təşkil edir (metal reaktor üçün).

Qurğunu işə qoşan zaman V₁, V₃, V₅, V₇, V₈ və V₁₂ ventilləri, həmçinin C kanalı açıq V₂, V₄, V₆, V₉, V₁₀ və V₁₁ ventilləri isə bağlı vəziyyətdə olur.

Bu zaman piroliz nəticəsində alınan qazlar A xəttindən, V₁ ventilindən, qazayırcı 5, yuyucu 6 və alov söndürmə 7 kameralarından, həmçinin süzgəcdən 8, soyuducudan 9, quruducu kameradan 10 və V₃ ventilindən keçməklə qazholderdə 11 yığılır (bax Şəkil 2). Qazlaşdırma prosesi zamanı alınan qazlar isə B xəttindən, V₅ ventilindən, qazayırcı 5, yuyucu 6 və alov söndürmə 7 kameralarından, həmçinin süzgəcdən 8 soyuducudan 9, quruducu kameradan 10, V₇ ventilindən, təzyiqlə tənzimləyici reledən 14 və V₈ ventilindən keçməklə resiverdə 12 toplanır (Şəkil 3).

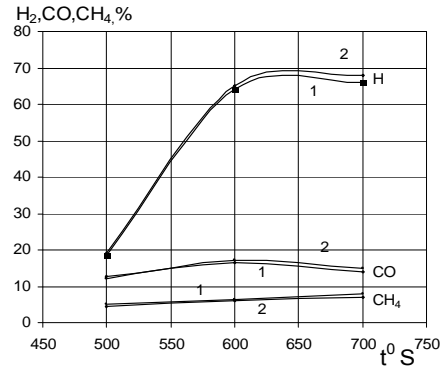
Avtomatik tənzimləyici sistemin 19 idarə etmə bloku 21 qazlaşdırma kamerasının 4 aşağı hissəsində (şüaqəbuledici səthə yaxın yerdə) quraşdırılmış termocütün çıxışındakı potensiallar fərqi ilə əsasən işləyən differensial istilik relesinin 20 verdiyi siqnalın işarəsindən asılı olaraq reversiv mikromühərriki 23 lazımı istiqamətdə qida dövrəsinə qoşur. Nəticədə sonsuz vint mexanizmi vasitəsilə onunla əlaqəli olan reduktor 22 ling mexanizminə 25, axırını isə öz növbəsində idarə olunan ventilin 16 klapanının oxuna 24, təsir edərək onun keçid kanalının dəyişiminin ölçüsünü reaksiya kamerasındakı (qazlaşdırma kamerası 4) temperatur rejiminin tələbatına uyğun olaraq dəyişdirir.

Təcrübi olaraq fındıq və qoz qabıqlarının pirolizi zamanı vahid kütləyə görə çəki itkisinin temperaturdan asılılığı ayrılma quruluşudur, hansılar ki, şəkil 4-də təsvir olunmuşlar. Şəkil 5-də isə piroliz prosesi zamanı alınan qaz qarışığının tərkibindəki ayrı-ayrı qaz komponentlərinin çıxışlarının temperaturdan asılılığı ayrılma təsvir olunmuşdur. Şəkil 4-dən görsəndiyi kimi piroliz zamanı BK-rin ən çox çəki itkisinə məruz qaldığı temperatur intervalı 200-300^oS arasındadır, temperaturun sonrakı artımı nəticəsində isə proses tədricən qərarlaşmış rejimə keçir. Göstərilən ayrılmanın bu cür dəyişməsi prosesin başlanğıc mərhələsində uçucu maddələrin sistemdən çıxması ilə izah olunur. Şəkil 5-dən görüldüyü kimi həm fındıq, həm də qoz qabıqlarının pirolizi zamanı alınan qaz qarışıqlarının əsas hissəsini H₂ qazı təşkil edir, hansının ki, 500-600^oS temperatur intervalındakı çıxışı digər qaz komponentləri (CO və CH₄) ilə müqayisədə daha kəskin şəkildə artır. Temperaturun sonrakı artımı zamanı (600-700^oS) CO qazının çıxışı azalır, CH₄-ün çıxışı xətti şəkildə, H₂ qazının çıxışı isə eksponensial qanunauyğunluqla artır və sonda proses qərarlaşmış rejimə keçir.



Şək.4. BK-nin pirolizi zamanı alınan aktivləşmiş kömürün çəki fa-izi ilə miqdarının temperaturdan asılılığı:

1- qoz qabığı; 2 – fındıq qabığı



Şək.5. BK-nin pirolizi zamanı alınan qaz qarışığının tərkibindəki ayrı-ayrı qaz komponentlərinin çıxışlarının temperaturundan asılılıqları:

1-qoz qabığı; 2– fındıq qabığı

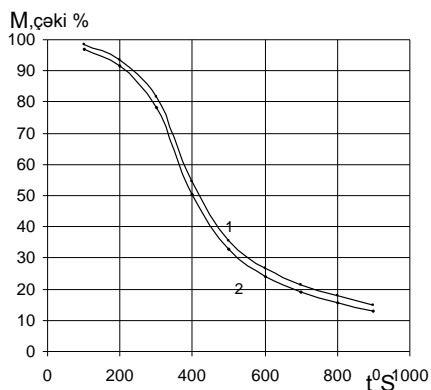
Qazlaşdırma prosesləri üçün də analogi asılılıqlar qurulmuşdur, hansılar ki, Şəkil 6 və Şəkil 7–də təsvir olunmuşlar. Şəkil 6-dan görsəndiyi kimi qazlaşdırma zamanı temperaturun 200÷500⁰S intervalında həm fındıq, həm də qoz qabıqları maksimal çəki itkisinə məruz qalırlar. Ümumiyyətlə BK-nin strukturunun termik yolla dağılması prosesini dörd mərhələyə bölmək olar: 1-ci mərhələ parçalanma prosesinin uçucu maddələrin ayrılması ilə müşahidə olunan başlanğıc mərhələsi (160÷300⁰S) olub, BK-nin istiliyə davamlılığının kəmiyyətcə qiymətləndirilməsi dövrü sayılır; 2-ci mərhələ-üzvi maddələrin intensiv şəkildə qazayrılması ilə müşahidə edilən struktur dəyişikliyinə (termodestruksiya) uğradığı mərhələdir (300÷600⁰S); 3-cü mərhələ üzvi maddələrin strukturlarının yenidən qurulması mərhələsidir (600÷800⁰S) və uçucu maddələrin miqdarının kəskin azalması ilə müşahidə olunur; 4-cü mərhələ (800-1000⁰S və daha çox) BK-rin qalıqlarından mineral tərkiblərin əmələ gəlməsi mərhələsidir. Şəkil 6-da qazlaşdırma prosesinin maksimal temperaturu 900⁰S olduğundan prosesin axırında alınan qalıq kütləsinin (mineral maddələr və kül) miqdarı nisbətən çoxdur. Lakin, temperaturun sonrakı artımı zamanı bu kütlə tədricən azalır və temperaturun ~1100-1200⁰ S qiymətində BK-nin ilkin çəkisinin ~5-6%-ni təşkil edir.

Pirolizdən fərqli olaraq qazlaşdırma prosesi zamanı qoz qabıqları üçün metanın çıxışının tədricən 23,5%-dən, fındıq qabıqları üçün isə 25%-dən sıfıra qədər azalması yüksək temperaturda TKR-un 2 qazlaşdırma kamerasında 4 alınan istilik enerjisinin metanın konversiya yolu ilə parçalanması (H₂ qazının ayrılması ilə) üçün yetərli olması ilə ($\Delta H_{CH_4} = 35kCoul$) izah olunur ki, bu da nəticə etibarilə H₂ qazının alınan qaz qarışığının əsas komponentinə çevrilməsinə səbəb olur.

Təcrübə aparılan zaman götürülmüş BK nümunələrinin və alınan qaz qarışıqlarının komponentlərinin kəmiyyət və keyfiyyət göstəricilərinin öyrənilməsi məqsədi ilə derivatoqrafik, xromatoqrafik və spektral analiz üsullarından istifadə edilmişdir. Bu zaman Macarıstanın «MOM» firmasının istehsalı olan OD-102 tipli derivatoqrafdan, «ГАЗОХРОМ 3101» və «Цет-102» tipli xromatoqraflardan, həmçinin 4600-650 sm⁻¹ ($\lambda=2,2\div 15,0$ mkm) oblastda işləyən Specord 71IR(Cari Zeiss, Almaniya) tipli İQ spektrofotometrindən istifadə edilmişdir. Xromatoqrafik analiz zamanı məsrəfi 1,0 ml/san olmaqla qazdaşıyıcı reagent kimi havadan istifadə edilmişdir.

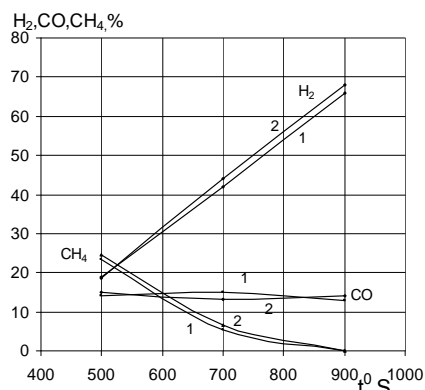
BK-in yanar qaz qarışığına çevrilməsi prosesinin temperaturunun aşağı salınması məsələsi müstəsna əhəmiyyət daşıdığından əvvəllər bu məqsədlə müxtəlif növ katalizatorlardan istifadə edilmişdir [6]. Lakin, əvvəla bu xeyli miqdarda əlavə xərcə səbəb olur, prosesi mürəkkəbləşdirir və metal reaktordan istifadə edərkən yüksək temperatur, su buxarı və CO₂ qazının birgə təsiri nəticəsində səthin korroziyaya uğraması intensiv xarakter alır. Bunları nəzərə alaraq, hazırki işdə fındıq və qoz qabıqlarının pirolizi yolu ilə parçalanması prosesinin temperaturunun aşağı salınması məqsədilə hər iki BK nümunələri

təcrübədən qabaq ionlaşdırıcı γ - şüaları vasitəsilə şüalandırılmışlar ki, bu da onların kimyəvi strukturlarının yumşalmasına və nəticə etibarilə həmin strukturların dağılmasının asanlaşmasına səbəb olmuşdur.



Şək.6. BK-nın qazlaşdırılması zamanı götürülmüş nümunələrin vahid kütləyə görə çəki itkilərinin temperaturdan asılılıqları:

1- qoz qabığı; 2 – fındıq qabığı



Şək.7. BK-nın qazlaşdırılması zamanı alınan ayrı-ayrı qaz komponentlərinin çıxışlarının temperaturdan asılılıqları:

1- qoz qabığı; 2 – fındıq qabığı

Bu zaman içərisi BK ilə doldurulmuş kvarts kapsulaların yerləşdirilməsi üçün xüsusi yuvası olan TKR-dən istifadə edilmiş [7] və təcrübə aşağıdakı ardıcılıqla aparılmışdır. Fındıq və qoz qabıqları əvvəlki ölçüdə xırdalandıqdan və qurudulduqdan sonra diametri 35 mm, uzunluğu 180 mm olan boruşəkili kvarts kapsulalara doldurulmuş və həmin kapsulaların içərisindəki hava sovurularaq onların ağızları hermetikləşdirilmişdir. Hər kapsulanın içərisinə 20 qr BK doldurulmuşdur. Belə kapsulaların sayı 10 ədəddir, hansılar ki, irəlicədən cüt-cüt ayrılaraq və işarələnərək (bir ədəd fındıq və bir ədəd qoz qabığı ilə doldurulmuş kapsula) Co^{60} tipli ionlaşdırıcı şüa mənbəyi vasitəsilə (cücü 100 rad/san olan) γ -kvantlarla şüalandırılmışlar. Bu zaman 1-ci cüt kapsula şüalandırılmamış, yerdə qalanlar isə 2,4,6 və 8 saat ərzində fasiləsiz olaraq şüalandırılmışlar. Sonra bir ədəd şüalandırılmamış və dörd ədəd şüalandırılmış (hər variantdan bir ədəd nümunə olmaq şərtilə) nümunə ayrılaraq onların içərisindəki BK nümunələrinə ($25^{\circ}S$ temperaturda) γ -şüalarının birbaşa təsirinin öyrənilməsi məqsədilə otaq temperaturuna yaxın temperaturda həmin kapsulaların içərisində ayrılan qaz qarışıqları xromatoqrafik analizə verilmişdir. Digər kapsulalar isə növbə ilə TKR-in xüsusi yuvasında yerləşdirilmiş və $500^{\circ}S$ temperaturda piroliz prosesi aparılmışdır. Alınan qaz qarışıqlarının tərkibindəki ayrı-ayrı komponentlərin xromatoqrafik analizinin yüksək dəqiqliklə aparılabilməsi üçün maye qapayıcıya malik qazometrdən istifadə olunmuşdur. Əlavə nəzarət nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, maye qapayıcıya malik ölçü cihazlarından istifadə edərkən alınan qaz qarışığının komponentlərinin maye tərəfindən hiss olunacaq dərəcədə udulması baş vermir.

Piroliz prosesi başa çatdıqdan sonra BK-nin monomer strukturlarına γ -şüalarının təsiri mexanizmini öyrənmək məqsədilə kapsulaların dibində qalan sarı rəngli kütlənin İQ spektrometr vasitəsilə spektral analizi aparılmışdır.

Təcrübədən alınan nəticələr, həmçinin xromatoqrafik və spektral analizlərin nəticələri ətraflı şəkildə [7] sayılı işdə verilmiş və müqayisəli analizdən keçirilmişdir.

Müəyyən edilmişdir ki, alınan qaz qarışıqlarının bir komponenti kimi H_2 qazı BK-ri aşağı dozada şüalandırıqda belə otaq temperaturuna yaxın temperaturda ($25^{\circ}S$) maksimal sürətlə ayrılır, şüalanmanın dozasının və temperaturun sonrakı artımı zamanı isə H_2 qazının çıxışı tədricən azalır. Bu onunla izah edilir ki, əvvəla, BK-də karbon hidrogenlə və hidroksil qrupları ilə, uyğun olaraq, C- H(0,4D) və C- OH (1,52D) dipol momentləri ilə əlaqəli olduğundan dipol-dipol təsiri yaranır və bu səbəbdən də hidrogen qazının ayrılması asanlaşır [8]. Digər tərəfdən, BK-nin $25^{\circ}C$ -də H_2 əmələ gəlməsi ilə müşahidə olunan birbaşa parçalanması görünür ki, həm də Londonvari həlqəvi elektromaqnit sahələrinin qapanması

və onların qarşılıqlı əlaqəsi nəticəsində dehidrogenləşmə reaksiyasının sürətinin artması ilə əlaqədardır [9].

Hidrogendən fərqli olaraq CO qazının çıxışı həm γ - şüalarının dozasından, həm də temperaturdan zəif asılıdır. CH_4 qazının çıxışına isə γ - şüaları hiss olunacan təsir göstərmədiyindən onu sırf termik parçalanma prosesinin məhsulu hesab etmək olar.

BK-nin termiki parçalanması prosesinin temperaturunun aşağı salınması imkan verir ki, bu məqsədlə gələcəkdə istilik enerjisi mənbəyi kimi daha böyük perspektivlərə malik olan parabolosilindrik konsentratorlardan istifadə edilsin. Bu cür konsentratorlar daha böyük həcmli və iş prosesi çox asanlıqla idarə oluna bilən TKR-dan istifadə etməyə imkan verirlər.

Alınan elmi nəticələr.

1. Məyyən edilmişdir ki, günəş enerjisini termokimyəvi üsulla yanar qaz qarışığının kimyəvi enerjisinə çevirmək məqsədilə xammal kimi findıq və qoz qabıqlarından ibarət BK-dən istifadə edilməsi tam məqsəduyğundur, əvvəla ona görə ki, həmin BK-rin respublikamızda olan ehtiyatları kifayət qədər çoxdur, ikincisi, findıq və qoz qabıqlarının tərkibinin əsas hissəsini asanlıqla bərk, maye və qaz şəklində yanacaq növünə çevrilə bilən selüloza təşkil edir. Tərkibində kaliumun, kalsiumun, fosforun və maqneziumun miqdarı çox cüzi, azotun miqdarı 1,5%-dən, kükürdün miqdarı isə 0,1%-dən aşağıdır. Parçalanmanın sonunda alınan küllü maddələr keyfiyyətli kübrə kimi istifadə oluna bilər.

2. Günəş enerjisini termokimyəvi üsulla yanar qaz qarışığının kimyəvi enerjisinə çevirmək məqsədilə parabolik konsentratorlu GEQ işlənmişdir, hansında ki, findıq və qoz qabıqlarından ibarət BK-rin həm piroliz, həm də qazlaşdırma yolu ilə parçalanması proseslərinin paralel (eyni vaxtda) aparıla bilməsi məqsədilə ilk dəfə olaraq konsentrik şəkildə biri digərinin içərisində yerləşən iki silindirik həcmə malik TKR-dan istifadə edilmişdir.

3. GEQ avtomatik dozalaşdırıcı sistemə malikdir, hansı ki, buxarlandırıcıdan qazlaşdırma kamerasına daxil olan su buxarının miqdarının temperatur rejiminin tələbatına uyğun olaraq avtomatik tənzimlənməsi prosesini həyata keçirir.

4. Piroliz prosesi əlavə (~20kPa-a qədər) təzyiqdə, qazlaşdırma prosesi isə 0,4 MPa-a qədər təzyiq altında aparılır. Resiverdə yığılmış yanar qaz qarışığı eyni vaxtda istehlakçıda istifadə olunarkən TKR-un normal iş rejiminin pozulmasının qarşısını almaq məqsədilə əks əlaqəyə malik təzyiq tənzimləyici reledən və maksimal təzyiq relesindən istifadə olunur. GEQ-da mümkün ola biləcək partlayış təhlükəsinin qarşısını almaq məqsədilə TKR-un hər iki qaz xəttinin üzərində alov söndürmə kamerası, quraşdırılmışdır.

5. Xromatoqrafik analiz nəticəsində aşkar edilmişdir ki, piroliz və qazlaşdırma proseslərinin sonunda H_2 , CO və CH_4 qazlarından ibarət yanar qaz qarışığı, reaksiyanın başlanğıc mərhələsində isə (aşağı temperaturlarda) həm də müəyyən qədər CO_2 qazı alınır, hansını ki, yanar qaz qarışığının tərkibindən müxtəlif üsullarla ayırmaq mümkündür. Bu zaman H_2 , CO və CH_4 qaz komponentlərinin ümumi həcmə nəzərən faiz hesabı ilə miqdarları müvafiq olaraq 55,0 - 68,0%, 12,0 - 15,0% və ~7,0% -ə qədər təşkil edir.

6. Təcrübi olaraq aşkar edilmişdir ki, götürülən BK nümunələrinin hər ikisi piroliz zamanı temperaturun 200-300⁰S, qazlaşdırma zamanı isə 200-500⁰S intervalında maksimal çəki itkisinə məruz qalırlar ki, bu da məhz həmin temperatur intervallarında uçucu maddələrin ayrılmasının intensiv xarakter daşması ilə izah olunur.

7. Müəyyən edilmişdir ki, həm piroliz, həm də qazlaşdırma prosesləri zamanı alınan qaz qarışıqlarının əsas hissəsini H_2 qazı təşkil edir və piroliz prosesi zamanı bu qazın çıxışının temperaturdan asılılığı temperaturun 500-600⁰S intervaldakı qiymətlərində daha kəskin xarakter almaqla eksponensial, qazlaşdırma prosesi zamanı isə xətti xarakter daşıyır. H_2 qazından fərqli olaraq CH_4 qazının çıxışı piroliz zamanı temperaturdan asılı olaraq xətti qanunauyğunluqla artır, qazlaşdırma zamanı isə eksponensial şəkildə azalır və temperaturun 900⁰S qiymətində onun çıxışı sıfıra bərabər olur ki, bu da metanın yuxarı temperaturlarda konvensiyaya uğrayaraq H_2 qazına və digər komponentlərə parçalanması ilə izah olunur.

8. İlk dəfə olaraq piroliz prosesinin temperaturunun aşağı salınması məqsədilə götürülən BK nümunələrinin təcrübədən öncə ionlaşdırıcı γ -şüaları ilə şüalandırılması üsulundan istifadə edilmişdir. Bu məqsədlə gücü 100 rad/san olan Co^{60} tipli ionlaşdırıcı şüa mənbəyindən istifadə olunmuşdur. Proses vakuum şəraitində həyata keçirilmiş və alınan qaz

qarışğının komponentlərinin xromatoqrafik, reaksiyanın sonunda alınan saralmış bərk kütlənin isə spektral analizi aparılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, BK-ri hətta aşağı dozada şüalandırıqda belə H₂ qazının əsas hissəsi otaq temperaturuna yaxın temperaturda (25^oS) ayrılır, CH₄ qazının ayrılmasına γ -şüaları demək olar ki, heç bir təsir göstərmir, CO qazının çıxışı isə həm γ -şüaların dozasından, həm də temperaturdan zəif asılıdır.

9. Spektral analizdən alınmış nəticələrə əsasən belə qənaətə gəlinmişdir ki, götürülmüş BK nümunələrində karbon hidrogenlə və hidrosil qrupları ilə uyğun olaraq C-H (0,4D) və C-OH (1,52D) dipol momentləri ilə əlaqəli olduğundan dipol-dipol təsiri yaranır və bu səbəbdən də H₂ qazının ayrılması asanlaşır. Digər tərəfdən BK-dən 25^oS –də γ -şüaların təsiri ilə H₂ qazının ayrılması çox güman ki, həm də Londonvari həlqəvi elektromaqnit sahələrinin qapanması və onların qarşılıqlı əlaqəsi nəticəsində dehidrogenləşmə reaksiyasının sürətinin artması ilə əlaqədardır.

10. BK-nin pirolizi prosesinin temperaturunun aşağı salınması imkan verir ki, gələcəkdə parabolik konsentratorlar parabolosilindrik konsentratorlarla əvəz edilsin, hansılar ki, daha iri həcmli və iş prosesi asanlıqla idarə oluna bilən TKR-dan istifadə olunmasına imkan verirlər.

1. *Ефремов А.А., Оффон К.Б., Киселев В.П.* Исследование состава жидких и газообразных продуктов пиролиза скорлупы кедровых орехов. Химия растительного сырья. – 2002, №3, - с.с.43-47.

2. Биомасса как источник энергии. М.: Мир, 1985-375с.

3. Azərbaycan Respublikası Dövlət Statistika Komitəsinin bülleteni, Bakı- 2004.

4. *Salamov O.M., Sultanova K.D., Qəribov A.A., Rzayev P.F., Mustafayeva R.M.* Günəş enerjisindən istifadə etməklə yüksək təmizlikli hidrogen və yanar qaz qarışıqları almaq üçün qurğu. Azərbaycan Respublikasının Patenti № a 2005 0248, BPK: C01B 3/00, F24J 2/42. İxtiralar, faydalı maddələr, sənaye nümunələri, «Sənaye mülkiyyəti» Rəsmi bülleten, №4, 2006, s.9.

5. *Salamov O.M., Sultanova K.D., Qəribov A.A., Rzayev P.F., Qarayev P.M.* Parabolik güzgülərdən ibarət yüksək temperaturlu Günəş sobalarında fokal və afokal müstəvilərdə enerji selinin sıxlığının və temperaturun paylanması riyazi modeli. Sumqayıt Dövlət Universiteti. Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi, cild 5, 2005, №2-s.s. 99-109.

6. *Шахбазов Ш.Д., Эфендиева Н.Г., Рзаев П.Ф., Ахундов С.Я.* Катилитический процесс газификации растительной массы с целью получения водородосодержащих газов. // Вопросы атомной науки и техники. Сборник статей, Вып. Атомно–водородная энергетика и технология / ИАЕ им.И.В.Курчатова. М., 1989-с.с.36-38.

7. *Султанова К.Д., Гашимов Г.А., Гаджиева Н.Н., Саламов О.М., Рзаев П.Ф., Мустафеева Р.М., Исаков И.Г.* Исследование влияния предварительного облучения биомассы γ -квантами на выход водорода и других горючих газов, полученных на солнечной высокотемпературной энергоустановке. Международный научный журнал. «Альтернативная энергетика и экология», АЭЭ, №10, 2006 –с.с. 48-51.

8. *Минкин В.И., Осипов О.А., Жданов Ю.А.*// Дипольные моменты в органической химии. Л., «Химия», 1968, с.с.-79,82,87.

9. *Беллами Л.Н.* Новые данные по ИК-спектрам сложных молекул. Изд. «Мир», Москва, 1971 -310с.

ТЕРМОХИМИЧЕСКОЕ ПРЕВРАЩЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В ХИМИЧЕСКУЮ ЭНЕРГИЮ ГОРЮЧИХ СМЕСЕЙ ГАЗОВ

САЛАМОВ О.М., ГАРИБОВ А.А., СУЛТАНОВА К.Д., МУСТАФАЕВА Р.М.

В настоящей работе рассматриваются возможности превращения солнечной энергии в химическую энергию водородосодержащих горючих газов путем пиролиза и газификации биомассы (БМ), в частности скорлупы фундука и греческого ореха.

Даются графические зависимости выхода отдельных компонентов полученной смеси (H_2 , CO и CH_4) от температуры процесса.

В работе рассматриваются также возможности снижения температуры пиролизного процесса путем предварительного облучения БМ-ионизирующими- γ -квантами.

THE THERMOCHEMICAL CONVERSION OF SOLAR ENERGY INTO CHEMICAL ENERGY OF BURNING GASES MIXTURE

SALAMOV O. M., GARIBOV A.A., SULTANOVA K. D., MUSTAFAYEVA R. M.

In the given paper feasibilities of solar energy conversion into chemical energy of hydrogenous burning gases mixture by the way of pyrolysis, biomass gasification (BMG) utilizing partial nutshell and walnut are considered.

Graphic dependences of the output odd components of the received gas mixture (H_2 , CO and CH_4) on the process temperature are presented.

Possibilities of reduction pyrolysis process temperature by the way of preliminary irradiation of BM by using ionizing γ -quantum.