

УДК 662.74

Осекова Гульбара Арыновна ¹,
старший преподаватель
Токторбаева Гульсум Полотовна ²,
преподаватель

**ДИНАМИКА ГАЗОВЫХ КОМПОНЕНТОВ ПРИ ТЕРМИЧЕСКОМ РАЗЛОЖЕНИИ
В ПРОЦЕССЕ ПИРОЛИЗА ЧАНГЕНТСКОГО УГЛЯ
ИЗ УЗГЕНСКОГО УГОЛЬНОГО БАСЕЙНА И КЫРГЫЗСКОГО (ГРЕЦКОГО) УГЛЯ**

Осекова Гулбара Арынова ¹,
улук окутуучусу
Токторбаева Гүлсүн Полотовна ²,
окутуучусу

**ӨЗГӨН КӨМҮР БАСЕЙНИНИН ЧАНГЕНТ КӨМҮРҮНҮН ЖАНА КЫРГЫЗ (ГРЕК) ЖАНГАК
КӨМҮРҮНҮН ПИРОЛИЗ ПРОЦЕССИНДЕГИ ТЕРМИКАЛЫК АЖЫРОО УЧУРУНДАГЫ ГАЗ
КОМПОНЕНТТЕРИНИН ДИНАМИКАСЫ**

GulbaraArynovnaOsekova¹,
Senior Lecturer at Osh Technological University
GulsumPolotovnaToktorbaeva²,
Lecturer at Osh State University

**DYNAMICS OF GAS COMPONENTS DURING THE THERMAL DECOMPOSITION PROCESS
IN THE PYROLYSIS OF CHANGENT COAL FROM THE UZGEN COAL BASIN
AND KYRGYZ (WALNUT) COAL**

¹Ошский технологический университет им. М.М.Адышева, Ош, Кыргызская Республика

²Ошский государственный университет, Ош, Кыргызская Республика

¹М.М. Адышев ат. Ош технологиялык университети, Ош, Кыргыз Республикасы

²Ош мамлекеттик университети, Ош, Кыргыз Республикасы

¹Osh Technological University named after. M.M. Adysheva, Osh, Kyrgyz Republic

³Osh State University, Osh, Kyrgyz Republic

Аннотация. В данной статье исследовано изменение состава газовой фазы (CO_2 , C_nH_m , CO , H_2S , CH_4) в зависимости от температуры и времени разложения при пиролизе Чангентского каменного угля из Узгенского угольного бассейна и кыргызского (грецкого) угля. Состав газов определялся с помощью газоанализаторов СИГНАЛ-Н и СИГНАЛ-ЭМ в температурном диапазоне 300–800°C и при временных интервалах 0,3–1,0 с. Согласно полученным данным, газы CO_2 и CH_4 преобладали преимущественно при низких и средних температурах, тогда как концентрации H_2S и CO увеличивались с ростом температуры. Углеводороды (C_nH_m) активно накапливались в области средних температур и начинали уменьшаться при более высоких температурах. Полученные результаты представляют важную информацию для эффективного использования газовых продуктов пиролиза угля и оптимизации технологических режимов.

Ключевые слова: Чангентский уголь, кыргызский грецкий орех, пиролиз, газовый состав, CO_2 , CH_4 , H_2S , температурный режим.

Аннотация: Бул макалада Өзгөн көмүр бассейнинин Чангент таш көмүрүнүн жана кыргыз (грек) жаңгак көмүрүнүн пиролиз процесси учурундагы температура жана ажыроо убактысына жараша газдык фазадагы компоненттердин (CO_2 , C_nH_m , CO , H_2S , CH_4) өзгөрүшү изилденди. Газдардын курамы СИГНАЛ-Н жана СИГНАЛ-ЭМ газоанализаторлорунун жардамы менен 300–800 °C температуралык диапазонунда жана 0,3–1,0 с убакыт интервалында аныкталды. Алынган маалыматтарга ылайык, CO_2 жана CH_4 газдарынын негизинен төмөнкү жана орто температураларда чыгуусу басымдуулук кылса, H_2S жана CO концентрациясы температура жогорулаган сайын көбөйгөнү байкалды. Углеводороддор (C_nH_m) орто температуралык зоналарда активдүү көбөйүп, жогорку температурада азая баштады. Алынган натыйжалар көмүр пиролизи процессинин газдык продукттарын эффективдүү пайдалануу жана технологиялык режимдерди оптималдаштыруу үчүн маанилүү маалыматтарды берет.

Ключевые сөздөр: Чангент көмүрү, кыргыз жаңгагы, пиролиз, газдык курам, CO_2 , CH_4 , H_2S , температуралык режим.

Annotation. This article investigates the changes in the gas-phase components (CO_2 , C_nH_m , CO , H_2S , CH_4) depending on temperature and decomposition time during the pyrolysis of Changent stone coal from the Uzgen coal basin and Kyrgyz (walnut) shell coal. The composition of gases was determined using SIGNAL-N and SIGNAL-EM gas analyzers within the temperature range of 300–800 °C and at time intervals of 0.3–1.0 seconds. According to the obtained data, CO_2 and CH_4 gases predominated mainly at low and medium temperatures, while the concentrations of H_2S and CO increased with rising temperature. Hydrocarbons (C_nH_m) actively accumulated in the medium-temperature region and began to decrease at higher temperatures. The results provide valuable information for the efficient utilization of gaseous products from coal pyrolysis and the optimization of technological parameters.

Keywords: Changent coal, Kyrgyz walnut, pyrolysis, gas composition, CO_2 , CH_4 , H_2S , temperature regime.

Киришүү

Көмүрдүн термикалык ажыроосу (пиролиз) — бул көмүрдү кычкылтексиз шартта жогорку температурада ысытуу аркылуу катуу (кокс), суюк (чайыр) жана газ фазаларындагы продукттарды алуу процесси.

Изилдөөнүн объектиси катары Чангент кенинен алынган таш көмүр жана кыргыз (грек) жаңгагы колдонулган. Көмүр алдын ала кургатылып, стандарттык лабораториялык үлгү даярдалган. Пиролиз учурунда бөлүнүп чыккан газдар — көмүрдү кайра иштетүүнүн маанилүү бөлүгү болуп саналат, анткени алардан энергия алуу жана химиялык өнөр жайда продукцияларды алууда колдонуу мүмкүнчүлүктөрү кеңири. Чангент таш көмүрү, грек жаңгагы Кыргызстандагы энергетикалык жана өнөр жайлык мааниге ээ анткени курамында көмүртек 84,3% кездешет ошондуктан, болгон кен булактарынын бири. Анын пиролизи учурунда газдардын бөлүнүү мүнөздөмөлөрүн изилдөө, процесстин оптималдуу температуралык ре-

жимдерин аныктоо жана алынган продукттарды рационалдуу пайдалануу үчүн негизги маалыматтарды берет.

Бул изилдөөнүн максаты — Чангент көмүрүнүн жаңгак көмүрүнүн пиролизи учурунда 300–800 °C температура диапазонунда жана ар кандай убакыт чекиттеринде (0,3–1,0 секунда) бөлүнгөн газдардын (CO_2 , C_nH_m , CO , H_2S , CH_4) курамынын динамикасын аныктап, алардын температурага жана убакытка жараша өзгөрүшүн талдоо.

Бул изилдөөдө Чангент көмүрүнүн жаңгак көмүрүнүн пиролизи учурунда бөлүнүп чыккан газдардын курамы СИГНАЛ-Н жана СИГНАЛ-ЭМ газоанализаторлорунун жардамында аныкталды жана газ компоненттеринин температурага жана ажыроо убактысына жараша өзгөрүшү изилденди.

Чангент жана жаңгак көмүрлөрүнүн пиролизинде 300–800 °C температура аралыгында пайда болгон газдардын курамынын (CO_2 , C_nH_m , CO , H_2S , CH_4) динамикасын изилдеп, алардын температурага жана убакытка жараша өзгөрүү мүнөзүн аныкталды.

Эксперименттин жүргүзүлүшү

1. Үлгүнү даярдоо: Көмүр кургатылып, 0,5–1,0 мм майдалыктамайдаланган.

2. Ысытуу режими: Үлгү пиролиздик реакторго салынды жана 300–800 °C аралыгында кычкылтексиз шартта ысытылды: эксперимент үч негизги температура диапазонунда жүргүзүлдү: 300–400 °C; 500–600 °C; 700–800 °C.

3. Газдарды чогултуу жана талдоо:

Газдар ар бир температура диапозонунда 0,3 с, 0,6 с жана 1,0 с убакытчекиттеринде чогултулду;

Газдардын курамындагы CO_2 , C_nH_m , CO , H_2S , CH_4 үлүштөрү салмактык пайыз менен аныкталды.

Эксперимент учурунда газдардын чыгышы жабык система аркылуу жүргүзүлүп, коопсуздук талаптары сакталды. Газдардын курамы массалык пайыздык үлүштөр менен өлчөндү жана ар бир температура режиминде убакыттын ар кандай чекиттеринде катталды жана алынган газдардын курамы 1-таблицада көрсөтүлгөн.

1-таблица

Чангет көмүрүнөн пиролиз процессинде алынган газдардын курамы

Температура (°C)	Убакыт (сек)	CO_2 (%)	C_nH_m (%)	CO (%)	H_2S (%)	CH_4 (%)
300–400	1,0	24,71	6,18	24,71	17,92	26,46
	0,3	20,14	5,49	20,82	26,37	27,10
	0,6	17,49	4,36	27,43	24,77	18,69
500–600	1,0	30,14	9,80	21,56	19,80	18,70
	0,3	14,65	4,53	22,66	37,17	20,94
	0,6	11,79	3,87	29,76	28,72	17,12
700–800	1,0	25,34	3,25	22,36	23,60	18,13
	0,3	11,55	2,88	26,69	36,85	21,31
	0,6	9,23	5,32	29,63	36,88	16,94

Грек (жаңгак) көмүрүнүн пиролиз процессинде алынган газдардын курамы

Температура (°C)	Убакыт (сек)	CO_2 (%)	C_nH_m (%)	CO (%)	H_2S (%)	CH_4 (%)
300–400	1,0	22,85	7,42	21,53	16,37	31,83
	0,3	18,64	6,15	19,77	23,48	31,96
	0,6	15,27	5,01	25,68	22,15	31,89
500–600	1,0	26,43	10,11	24,36	19,22	19,88
	0,3	13,57	5,04	21,43	39,61	20,35
	0,6	11,06	4,37	28,84	31,02	24,71
700–800	1,0	23,11	3,08	25,17	24,43	24,21
	0,3	10,94	2,75	29,26	35,44	21,61
	0,6	8,58	5,11	30,12	36,23	19,96

1-таблицадан көрүнүп тургандай:

CO_2 : 500–600 °C аймагында максималдуу мааниге ($\approx 30\%$) жетет, андан кийин жогору температурада бир аз төмөндөйт.

C_nH_m : 300–400 °C те орточо деңгээлде, 500–600 °C аймагында көбөйүп ($\approx 9,8\%$), 700–800 °C де төмөндөйт.

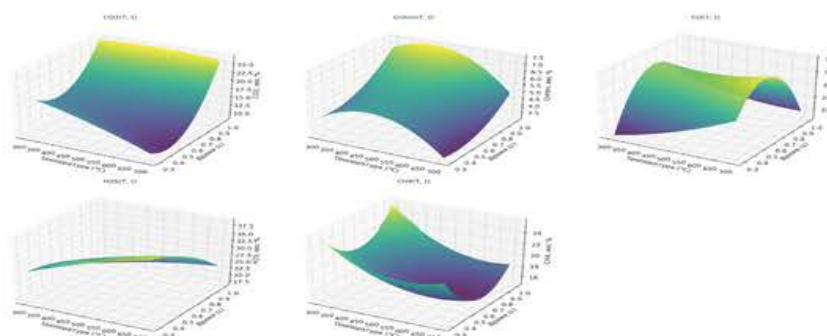
CO : төмөнкү температурада жогору ($\approx 24\text{--}27\%$), орто температурада бир аз төмөн-

дөп, 700–800 °C де кайрадан көбөйөт.

H_2S : температура көтөрүлгөн сайын көбөйөт, айрыкча 500–800 °C аймагында максимумга жетет ($\approx 36\text{--}37\%$).

CH_4 : баштапкы стадияда эң жогору ($\approx 26\text{--}27\%$), бирок температура көтөрүлгөн сайын төмөндөйт ($\approx 16\text{--}18\%$).

Изилдөөнүн натыйжалары 1-сүрөттөгү графиктерде чагылдырылды.



1-сүрөт. Газдардын концентрациясынын температурага жана убакытка жараша өзгөрүшү: Температуралык диапазондор боюнча диаграммалар: 300–400 °C, 500–600 °C, 700–800 °C; ар бир газ үчүн линиялык графиктер ($t = 1,0$ сек боюнча).

Бул графиктер газдардын концентрациясынын температурага жана убакытка жараша өзгөрүшүн көрсөтүп турат. Мындан ар бир температуралык диапазон боюнча графиктердин анализдесек, анда төмөнкүдөй жыйынтыктарды чыгарууга болот:

300–400 °C. Бул диапазондо газдардын концентрациясы, температуранын жогорулашы менен жогорулайт. Төмөнкү температураларда газдардын реакциялык мүмкүнчүлүгү жогору, андыктан концентрациянын жогорулашы байкалат. Бул температуралардын интервалында көптөгөн химиялык реакцияларда активдүү болуп саналат;

500–600 °C : Температуралар жогорулаганда газдардын концентрациясы дагы жогорулайт, бирок бул жерде реакциянын ылдамдыгы жана концентрациянын өзгөрүүсү ортосундагы байланыш өзгөрүшү мүмкүн жана температуранын бул диапазондо газдардын концентрациясы көбүнчө туруктуу болуп, белгилүү бир деңгээлге жетиши мүмкүн. Демек, реакциянын динамикасы жанатуруктуулугу бул температураларда маанилүү роль ойнойт.

700–800 °C: Жогорку температураларда газдардын концентрациясы кескин өзгөрүшү мүмкүн, бул жерде реакциянын ылдамдыгы максималдуу болушу мүмкүн.

Алынган графиктерде концентрациянын жогорулашы жана кийинчерээк төмөндөшү байкалат, бул реакциянын жыйынтыгынын туруктуулугун көрсөтөт жана бул температураларда көптөгөн өнөр жай процесстеринде газдардын активдүүлүгү жогорулайт, бул эффективдүү реакцияларды камсыздайт.

Демек, температура жогорулаган сайын, газдардын концентрациясы да жогорулайт.

Ар бир диапазон үчүн реакциялык динамика жана газдардын активдүүлүгү ар кандай, бул изилдөөдө маанилүү факторлорду аныктоого жардам берет. Бул анализдер келечектеги эксперименттер үчүн негиз түзүп, газдардын реакциялык механизмдерин тереңирээк түшүнүүгө мүмкүнчүлүк берет.

Эксперименттик изилдөөлөр Чангент таш көмүрүнүн, жангак көмүрүнүн пиролиз процессинде газдык фазадагы компоненттердин курамын аныктоого багытталган. Бул бөлүктө изилдөөнүн объекттери, колдонулган шаймандар жана методдор, ошондой эле эксперименттин жүрүшү баяндалат. Бул эксперимент Чангент көмүрүнүн кыргыз жангак көмүрүнүн пиролизи учурунда газдык продукттардын динамикасын аныктап, пиролиз процессинин оптималдуу шарттарын изилдөөгө мүмкүндүк берди. Алынган натыйжалар газдардын эң активдүү бөлүнгөн температуралык зоналарын жана алардын өзгөрүү тенденцияларын аныктоого өбөлгө түздү.

Чангент жана жангак көмүрүнүн пиролизинде газдардын курамы температурага жана ажыроо убактысына олуттуу түрдө көз каранды:

- CO_2 жана CO баштапкы жана орто температура басымдуулук кылат;
- CH_4 төмөн температурада көп бөлүнөт;
- H_2S орто жана жогорку температурада көбөйөт;
- Углеводороддор (C_nH_m) 500–600 °C диапазонунда активдүү көбөйүп, жогорку температурада азаят.

Бул маалыматтар пиролиз процесстерин оптималдаштыруу жана алынган газдарды өндүрүштө колдонуу үчүн маанилүү.

Колдонулган адабияттар:

1. Ofoe, J. T. A review on coal pyrolysis and gasification. — *International Journal of Energy Research*, 2022. (Көмүрдүн пиролиз жана газификациясы боюнча илимий обзор).
2. Morgan, T. J. Pyrolysis of Coals and Biomass: Analysis of Thermal Breakdown and Its Products. — *Fuel*, 2021. (Көмүр жана биомассалардын пиролиз процессиндегитермикалык ажыроо сужана газ компоненттеринин анализи).
3. Liu, N. ж.б. Co-pyrolysis Behavior of Coal and Biomass: Synergistic Effect, TG-FTIR Studies. — *Energy & Fuels*, 2023. (Көмүр менен биомассаны биргелештирип пиролиздөө боюнча TG-FTIR изилдөө).
4. Aspiazu-Méndez, A. ж.б. Analysis of the Solar Pyrolysis of a Walnut Shell. — *Energies* (MDPI), 2023. (Жаңгаккабыгынын күн энергиясындагы пиролиз боюнча эксперимент).
5. Fan, F. ж.б. Thermal behaviour of walnut shells by thermogravimetry and evolved gas analysis. — *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 2022. (Жаңгаккабыгынын термогравиметриялык анализи жана газдардын бөлүнүшүн изилдөө).
6. Wardach-Święcicka, I. Prediction of Pyrolysis Gas Composition Based on the Thermal Behaviour of Carbonaceous Materials. — *Energies*, 2023. (Көмүр тектүү материалдардын пиролиз газдарынын курамына ала эсептөө модели).
7. Токторбаева Г. П., Осекова Г. А. Динамика газовых компонентов при термическом разложении углей Узгенского бассейна и биомасс. — *Материалы научно-практической конференции ОшМУ*, 2024. (Өзгөн көмүр бассейндеги жана биомассалардагы газ компоненттеринин динамикасы).
8. Мамасадыков С. М. Исследование термического разложения углей Кыргызстана. — *Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета*, 2022. (Кыргызстандын көмүрлөрүнүн термикалык ажыроо процессин изилдөө).
9. Абдрахманов Т. А. Пиролиз углей Ферганской долины и анализ газовых продуктов. — *Журнал «Энергетика и экология»*, 2023. (Фергана өрөөнүнүн көмүрлөрүнүн пиролиз жана алынган газдардын анализи).
10. Жолдошев Б. Б. Термическое поведение Чангентского угля при различных температурах. — *Сборник трудов ОшТУ*, 2024. (Ар түрдүү температурадагы Чангент көмүрүнүн термикалык жүрүм-туруму).