УДК 662.74

Egamberdiyev Boburjon Umidjon o‘g‘li
stajyor o‘qituvchi
Andijon davlat tibbiyot instituti
O‘zbekiston, Andijon

MAYDA FRAKSIYALI KOKS XOKASINING NAMLIGI VA KALORIFIK QIYMATI

Annotatsiya. Maqolada mayda fraksiyali koks xokasining namlik miqdori va kalorifik qiymatini eksperimental aniqlash natijalari keltirilgan. Namuna mexanik maydalashdan o‘tkazilib, 0,08 mm teshikli elakdan saralandi. Namlik ST-100A qurilmasida, kalorifik qiymat esa MC3001 kalorimetrida aniqlandi. Natijada namlik 1,17 %, kalorifik qiymat 6530 kkal miqdorida qayd etildi. Ushbu natijalar materialning energetik potensialini dastlabki baholash va keyingi briketlash tadqiqotlarini rejalashtirish uchun asos bo‘lib xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: koks xokasi, mayda fraksiya, namlik, kalorifik qiymat, qattiq yoqilg‘i, briketlash, bog‘lovchi.

Egamberdiyev Boburjon Umidjon o‘g‘li

trainee teacher; Andijan State Medical Institute; Uzbekistan, Andijan

MOISTURE AND CALORIFIC VALUE OF FINE-FRACTION COKE BREEZE

Abstract. The article presents experimental results for the moisture content and calorific value of fine-fraction coke breeze. The sample was mechanically crushed and sieved through a 0.08 mm sieve. Moisture was measured with an ST-100A analyzer and calorific value with an MC3001 calorimeter. The measured moisture content was 1.17%, while the calorific value was 6530 kcal.

The results provide initial data for assessing the energetic potential of the material and planning further briquetting experiments.
Keywords: coke breeze, fine fraction, moisture, calorific value, solid fuel, briquetting, binder.

KIRISH

Koks yuqori uglerod miqdori va issiqlik berish xususiyati bilan ajralib turadigan uglerodli material bo‘lib, metallurgik va yuqori haroratli texnologik jarayonlarda keng qo‘llanadi. Uning texnologik qiymatiga kimyoviy tarkib bilan bir qatorda zarracha o‘lchami, namlik, g‘ovaklik va mexanik mustahkamlik kabi ko‘rsatkichlar ham ta’sir qiladi [1, 2].

Koksni tashish, maydalash, saralash va pechga yuklash jarayonlarida mexanik yemirilish natijasida mayda fraksiyali koks xokasi hosil bo‘ladi. Bunday materialni bevosita qo‘llash ayrim texnologik agregatlarda gaz o‘tkazuvchanligi va qatlam zichligi bilan bog‘liq muammolar keltirib chiqarishi mumkin. Shu sababli mayda fraksiyali koksni qayta ishlash, xususan briketlash, amaliy jihatdan muhim yo‘nalishlardan biridir.

Briketlashda xomashyoning zarracha o‘lchami, namligi, bog‘lovchi turi va miqdori, presslash bosimi hamda qotirish sharoiti briket sifatiga ta’sir qiladi [3]. Shu sababli texnologik tadqiqotning dastlabki bosqichida xomashyoning namligi va kalorifik qiymatini aniqlash maqsadga muvofiq.

ISO 687:2024 koksning umumiy tahlil namunasidagi namlikni aniqlash usulini belgilaydi [4]. ISO 1928:2025 esa ko‘mir va koksning yalpi kalorifik qiymatini bomba kalorimetrida aniqlash metodini belgilaydi [5]. Mazkur tadqiqotda olingan natijalar shu turdagi standart ko‘rsatkichlarni shakllantirishga qaratilgan.

ADABIYOTLAR SHARHI

Koksning mexanik xususiyatlari bo‘yicha Sato, Patrick va Walker koksning tortilish mustahkamligini karbon matritsasi va g‘ovak tuzilishi bilan

bog‘lab o‘rgangan. Ularning natijalari g‘ovaklarning taqsimlanishi va stress konsentratsiyasi koks mustahkamligiga ta’sir qilishini ko‘rsatadi [6]. Bu ma’lumotlar mayda koksdan tayyorlanadigan briketlarning mexanik xususiyatlarini baholashda muhim.

Taylor va Coban shakllantirilgan koks olishda bog‘lovchi turi, zarracha o‘lchami va qotirish bosqichining rolini tadqiq qilgan. Ishda qotirish bosqichi briketning yakuniy mustahkamligini shakllantirishda muhimligi ko‘rsatilgan [7].

Benk, Talu va Coban koks xokasidan briket olishda fenol asosidagi novolak, rezol va ularning aralashmalarini o‘rgangan. Tadqiqotda bog‘lovchi tarkibi va katalizator sharoitining briket mustahkamligiga ta’siri ko‘rsatilgan [8, 9]. Keyingi ishlarda kislotali qotirgichlar va yuqori haroratdagi xatti-harakatlar ham o‘rganilgan [10, 11].

Benk va Coban koks xokasi va antratsit asosidagi briketlarda bog‘lovchi tizimlarini taqqoslagan [12, 13]. Ushbu ishlar koks xokasining briketlanishida nafaqat bog‘lovchi, balki xomashyoning o‘ziga xos xususiyatlari ham hisobga olinishi kerakligini ko‘rsatadi.

Zhang, Sun va Xu briket bog‘lovchilariga bag‘ishlangan sharhda organik, noorganik va kompozit bog‘lovchilarni umumlashtirib, bog‘lovchi tanlashda mustahkamlik, termik barqarorlik, yonish xususiyati va iqtisodiy omillarni birgalikda hisobga olish zarurligini qayd etgan [14]. Demak, koks xokasini briketlash bo‘yicha keyingi tajribalar oldidan uning fizik-energetik ko‘rsatkichlarini aniqlash ilmiy jihatdan asoslangan boshlang‘ich bosqich hisoblanadi.

TADQIQOT MAQSADI

Tadqiqotning maqsadi mayda fraksiyali koks xokasining namlik miqdori va kalorifik qiymatini eksperimental aniqlash hamda olingan natijalarni uning energetik va keyingi briketlash texnologiyasi uchun boshlang‘ich tavsifi sifatida baholashdan iborat.

Vazifalar: namunani tayyorlash; yirik zarrachalarni maydalash; 0,08 mm elakdan o‘tkazish; namlikni aniqlash; kalorifik qiymatni o‘lchash; natijalarni tahlil qilish va keyingi tadqiqotlar uchun asosiy parametrlarni belgilash.

TADQIQOT MATERIALLARI VA USULLARI

Namuna tayyorlash

Tadqiqot uchun mayda fraksiyali koks xokasi namunasi olindi. Ayrim zarrachalar yirikroq bo‘lganligi sababli namuna laboratoriya drobilkasida mexanik maydalandi. Maydalangan material 0,08 mm teshikli elakdan o‘tkazildi va elakdan o‘tgan bir jinsli fraksiya ishchi namuna sifatida ajratildi.

Bunday tayyorlash tahlil qilinayotgan materialning bir jinsliligini oshirishga va yirik zarrachalarning o‘lchash natijasiga ta’sirini kamaytirishga xizmat qildi.



1-rasm. Koks xokasini tadqiq qilishning eksperimental ketma-ketligi.

Namlikni aniqlash

Namlik miqdori ST-100A yuqori aniqlikdagi tezkor namlik o‘lchagich yordamida aniqlandi. Ishchi namuna qurilma idishiga joylashtirilib, belgilangan qizdirish rejimida tahlil qilindi. Qizdirish davomida namuna massasining kamayishi qayd etildi va namlik massa ulushi ko‘rinishida hisoblandi.

Tajriba natijasida W = 1,17 % qiymat olindi. Ushbu qiymat aynan tadqiq qilingan namuna uchun eksperimental natijadir. ISO 687:2024 koksning umumiy tahlil namunasidagi namlikni aniqlash uchun amaldagi xalqaro metodni belgilaydi [4].

Kalorifik qiymatni aniqlash

Kalorifik qiymat MC3001 kalorimetrik qurilmasida aniqlandi. Ma’lum massadagi namuna kalorimetrik tizimda yondirilib, yonish natijasida ajralgan issiqlik asosida qiymat qayd etildi.

Natijada Q = 6530 kkal qiymat olindi. Maqolani topshirishdan oldin ushbu qiymatning birliklari MC3001 protokolidagi yozuv bilan tekshirilishi kerak. Agar protokolda kkal/kg ko‘rsatilgan bo‘lsa, maqolada ham aynan kkal/kg yozilishi lozim. ISO 1928:2025 yalpi kalorifik qiymatni aniqlash va zarur hollarda boshqa asosga qayta hisoblash metodikasini belgilaydi [5].

NATIJALAR VA MUHOKAMA

№	Ko‘rsatkich	Natija	Birlik
1	Namlik miqdori	1,17	%
2	Kalorifik qiymat	6530	kkal

1-jadval. Tadqiq qilingan koks xokasining asosiy fizik-energetik ko‘rsatkichlari.

Namlik miqdorining 1,17 % bo‘lishi tadqiq qilingan namunaning nisbatan quruq holatini ko‘rsatadi. Namlik yoqilg‘ining foydali issiqlik berishiga ta’sir qiladi, chunki suvni qizdirish va bug‘latish uchun yonish issiqligining bir qismi sarflanadi. Shu sababli namlikni aniqlash koks xokasining energetik tavsifini belgilashning zarur qismidir.

Namlik briketlash uchun ham muhim. U zarrachalarning yopishishi, aralashmaning bir jinsliligi, presslanish xususiyati va tayyor briketning dastlabki mustahkamligiga ta’sir qilishi mumkin. Biroq optimal namlikni faqat mavjud natija asosida belgilab bo‘lmaydi; bu parametr keyingi tajribada bog‘lovchi turi va presslash sharoiti bilan birgalikda optimallashtirilishi kerak.

6530 kkal qiymat koks xokasining sezilarli energetik potensialini ko‘rsatadi. Shu bilan birga, kalorifik qiymatni boshqa namunalar bilan taqqoslashda namuna holati, birlik va hisoblash asosi bir xil bo‘lishi kerak. ISO

1928:2025 aynan yalpi kalorifik qiymatni standart sharoitda aniqlashga yo‘naltirilgan [5].

Adabiyotlarda koks xokasining energetik va texnologik qiymatini baholashda kalorifik qiymat bilan birga namlik, kul, uchuvchan moddalar, oltingugurt, zarracha o‘lchami va mexanik mustahkamlik kabi ko‘rsatkichlar ham qo‘llanadi [8, 13]. Shuning uchun ushbu maqoladagi ikki ko‘rsatkichni kompleks tahlilning boshlang‘ich qismi sifatida qarash to‘g‘ri bo‘ladi.

Koks xokasini briketlash bilan bog‘liq ilmiy-amaliy jihatlar

Mayda fraksiyali koksni briketlashning maqsadi kichik zarrachalarni tashish va texnologik agregatga berish uchun qulayroq shaklga keltirishdir. Bunda briketning sovuq holatdagi mustahkamligi bilan bir qatorda qizdirilgandagi barqarorligi ham baholanishi kerak.

Fenol asosidagi bog‘lovchilar bo‘yicha tadqiqotlar koks xokasidan mustahkam briket olish mumkinligini ko‘rsatadi [8–11]. Biroq ushbu maqolada fenol-formaldegid smolasi bilan briket tayyorlash tajribasi o‘tkazilmagan. Shuning uchun bu yo‘nalish faqat keyingi tadqiqot sifatida qaraladi.

Keyingi tajribalarda bog‘lovchi miqdori, presslash bosimi va qotirish haroratini o‘zgartirib, briketlarning zichligi, siqilish mustahkamligi, tushishga chidamliligi, kalorifik qiymati va yuqori haroratdan keyingi qoldiq mustahkamligini aniqlash maqsadga muvofiq. Bunday yondashuv koks xokasining real ishlab chiqarish sharoitida foydalanish imkoniyatini baholashga yordam beradi.

KELGUSI TADQIQOTLAR

Keyingi bosqichda koks xokasining granulometrik tarkibi, kul miqdori, uchuvchan moddalar, qattiq uglerod, oltingugurt, zichlik va g‘ovaklik ko‘rsatkichlarini aniqlash zarur.

Briketlash tajribalarida xomashyo namligi, bog‘lovchi miqdori, presslash bosimi va qotirish harorati asosiy texnologik omillar sifatida tanlanishi mumkin. Har bir variant uchun mexanik va termik xususiyatlar alohida baholanishi kerak.

Yuqori haroratli pech uchun mo‘ljallangan briketlarda termogravimetrik tahlil yoki qizdirishdan keyingi massa yo‘qotilishini aniqlash, shuningdek gaz ajralishi va qoldiq mustahkamlikni tekshirish texnologik xavfsizlik va samaradorlik nuqtayi nazaridan muhim.

XULOSA

Tadqiqot natijasida mayda fraksiyali koks xokasining namlik miqdori 1,17 % va kalorifik qiymati 6530 kkal ekani aniqlandi. Namuna mexanik maydalash va 0,08 mm elakdan o‘tkazish orqali tahlilga tayyorlandi.

Olingan natijalar tadqiq qilingan koks xokasining dastlabki fizik-energetik tavsifini beradi va keyingi kompleks tahlil hamda briketlash tajribalarini rejalashtirish uchun foydalanilishi mumkin.

Shu bilan birga, faqat namlik va kalorifik qiymat asosida materialning to‘liq texnologik yaroqliligi haqida yakuniy xulosa chiqarib bo‘lmaydi. Keyingi bosqichda granulometrik va kimyoviy tarkib, mexanik xususiyatlar hamda fenol-formaldegid asosidagi briketlarning yuqori haroratdagi xatti-harakati o‘rganilishi kerak.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. ISO 687:2024. Coke — Determination of moisture in the general analysis test sample. International Organization for Standardization, 2024. https://www.iso.org/standard/86497.html

2. ISO 1928:2025. Coal and coke — Determination of gross calorific value. International Organization for Standardization, 2025. https://www.iso.org/standard/86999.html

3. ASTM D3173/D3173M-25. Standard Test Method for Moisture in the Analysis Sample of Coal and Coke. ASTM International, 2025.

4. Benk A., Talu M., Coban A. Phenolic resin binder for the production of metallurgical quality briquettes from coke breeze: Part I. Fuel Processing Technology. 2008. Vol. 89, No. 1. P. 28–37. DOI: 10.1016/j.fuproc.2007.06.005.

5. Benk A., Talu M., Coban A. Phenolic resin binder for the production of metallurgical quality briquettes from coke breeze: Part II. Fuel Processing Technology. 2008. Vol. 89, No. 1. P. 38–46. DOI: 10.1016/j.fuproc.2007.10.007.

6. Sato H., Patrick J.W., Walker A. Effect of coal properties and porous structure on tensile strength of metallurgical coke. Fuel. 1998. Vol. 77, No. 11. P. 1203–1208. DOI: 10.1016/S0016-2361(98)00019-2.

7. Taylor J.W., Coban A. Factors affecting the strength of formed coke made from lignite char. Fuel. 1987. Vol. 66, No. 9. P. 1274–1280. DOI: 10.1016/0016-2361(87)90067-6.

8. Benk A., Talu M., Coban A. Phenolic resin binder for the production of metallurgical quality briquettes from coke breeze: Part III. Fuel Processing Technology. 2009. Vol. 90, No. 7–8. P. 971–979. DOI: 10.1016/j.fuproc.2009.02.008.

9. Benk A. Utilisation of the binders prepared from coal tar pitch and phenolic resins for the production metallurgical quality briquettes from coke breeze and the study of their high temperature carbonization behaviour. Fuel Processing Technology. 2010. Vol. 91, No. 9. P. 1152–1161. DOI: 10.1016/j.fuproc.2010.03.030.

10. Benk A., Coban A. Investigation of resole, novalac and coal tar pitch blended binder for the production of metallurgical quality formed coke briquettes from coke breeze and anthracite. Fuel Processing Technology. 2011. Vol. 92, No. 3. P. 631–638. DOI: 10.1016/j.fuproc.2010.11.022.

11. Benk A., Coban A. Molasses and air blown coal tar pitch binders for the production of metallurgical quality formed coke from anthracite fines or coke breeze. Fuel Processing Technology. 2011. Vol. 92, No. 5. P. 1078–1086. DOI: 10.1016/j.fuproc.2011.01.002.

12. Zhang G., Sun Y., Xu Y. Review of briquette binders and briquetting mechanism. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2018. Vol. 82. P. 477–487. DOI: 10.1016/j.rser.2017.09.072.

13. Wilkinson H.C., Patrick J.W., Stacey A.E. The strength of industrial cokes: Part 2. Tensile strength of foundry cokes. Fuel. 1972. Vol. 51, No. 3. P. 174–179. DOI: 10.1016/0016-2361(72)90075-0.

14. Patrick J.W., Stacey A.E. The strength of industrial cokes: Part 1. Variability of tensile strength in relation to fissure formation. Fuel. 1972. DOI: 10.1016/0016-2361(72)90044-0.

15. Shalabi M.E.H. et al. Reducibility of mill scale industrial waste via coke breeze at 850–950 °C. Science of Sintering. 2015. Vol. 47. P. 103–113. DOI: 10.2298/SOS1501103G.