ATSETILEN QURUMI ASOSIDA TEXNIK UGLEROD OLISH VA UNING ASTM STANDARTLARI BO‘YICHA BAHOLANISHI

Nosir Tojimurodovich Ortiqov
Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy tadqiqot instituti, PhD, katta ilmiy xodim
Tel. +998977490061
Mas’ud Ubaydulla o‘g‘li Karimov
Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy tadqiqot instituti Ilmiy ishlar bo‘yicha direktor o‘rinbosari t.f.d., prof.
Abdulaxat Turapovich Djalilov
Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy tadqiqot instituti Direktori k.f.d. prof. O‘zRFA akademigi

Annotatsiya; Ushbu tadqiqot ishida metandan atsetilen olish jarayonida hosil bo‘ladigan qurum asosida texnik uglerod olish va uning fizik-kimyoviy xossalarini baholash masalalari o‘rganildi. Texnik uglerod namunalari ASTM D1510, ASTM D2414, ASTM D3493, ASTM D1509 va ASTM D1506 standartlari asosida tahlil qilindi. Yodni yutish miqdori orqali birlamchi zarracha o‘lchami va sirt faolligi baholanib, issiqlikda yo‘qotilish va kul miqdori orqali materialning tozaligi hamda sanoatga yaroqliligi aniqlandi. O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida 6-N namunasi yuqori yodni yutish ko‘rsatkichiga, past issiqlikda yo‘qotilish va qabul qilinadigan kul miqdoriga ega ekanligi aniqlandi. Olingan natijalar texnik uglerodning rezina va shina sanoatida, xususan yuqori mustahkamlovchi elastomer kompozitsiyalarida qo‘llanishi mumkinligini ko‘rsatadi.

Аннотация; В данной исследовательской работе изучены вопросы получения технического углерода на основе сажи, образующейся при производстве ацетилена из метана, и оценка его физико-химических свойств. Образцы технического углерода анализировались в соответствии со стандартами ASTM D1510, ASTM D2414, ASTM D3493, ASTM D1509 и ASTM D1506. Размер первичных частиц и поверхностная активность оценивались по скорости поглощения йода, а чистота и промышленная пригодность материала определялись по теплопотерям и содержанию золы. В результате исследований было установлено, что образец 6-N обладает высокой скоростью поглощения йода, низкими теплопотерями и приемлемым содержанием золы. Полученные результаты указывают на возможность использования технического углерода в резиновой и шинной промышленности, в частности, в высокопрочных эластомерных композициях.

Ключевые слова; Технический углерод, содержание ацетилена, скорость поглощения йода, размер первичных частиц, поверхностная активность,

ISSN 3030-3907

структурные свойства, стандарты ASTM, резиновая промышленность, теплопотери, содержание золы.

Kalit so‘zlar; Texnik uglerod, atsetilen qurumi, yodni yutish miqdori, birlamchi zarracha o‘lchami, sirt faolligi, strukturaviy xossalar, ASTM standartlari, rezina sanoati, issiqlikda yo‘qotilish, kul miqdori.

Abstract; In this research work, the issues of obtaining technical carbon based on the soot formed during the production of acetylene from methane and the assessment of its physicochemical properties were studied. Technical carbon samples were analyzed according to ASTM D1510, ASTM D2414, ASTM D3493, ASTM D1509 and ASTM D1506 standards. The primary particle size and surface activity were evaluated by the iodine absorption rate, and the purity and industrial suitability of the material were determined by the heat loss and ash content. As a result of the studies, it was found that sample 6-N has a high iodine absorption rate, low heat loss and acceptable ash content. The results obtained indicate that technical carbon can be used in the rubber and tire industry, in particular in high-strength elastomer compositions.

Keywords; Technical carbon, acetylene content, iodine absorption rate, primary particle size, surface activity, structural properties, ASTM standards, rubber industry, heat loss, ash content.

Kirish

Texnik uglerod asosan rezina sanoati, plastmassa, bo‘yoq-pigment, elektrotexnika va kataliz sohalarida keng qo‘llaniladi. Texnik uglerodning mustahkamlovchi xususiyatlari, elektr o‘tkazuvchanligi va adsorbsion faolligi uning zarracha o‘lchami, strukturasi va sirt kimyosiga bevosita bog‘liq ekani ta’kidlanadi [1–3].

Texnik uglerod ishlab chiqarish hajmi dunyo bo‘yicha yiliga 14–15 mln tonnadan ortiq bo‘lib, uning 70 % dan ortig‘i avtomobil shinalari sanoatiga to‘g‘ri keladi [4]. Shu sababli past kul miqdori, nazorat qilinadigan strukturaviy parametrlar va ekologik xavfsizlik zamonaviy tadqiqotlarning asosiy yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi.

Pech usulining afzalligi zarracha o‘lchamini va strukturasini nazorat qilish imkoniyati. Kamchiligi esa xomashyo tarkibidagi polisiklik aromatik uglevodorodlar (PAU) va metall qo‘shimchalarning yakuniy mahsulotda qolish ehtimolidir [5].

Atsetilenning termik parchalanishi orqali olingan texnik uglerod yuqori elektr o‘tkazuvchanlikka ega bo‘lib, asosan akkumulyator va elektrotexnika sanoatida ishlatiladi. Biroq bu usulning energetik xarajatlari yuqori bo‘lgani sababli keng sanoatlashmagan. Piroliz va chiqindilar asosida texnik uglerod olish so‘nggi yillarda piroliz moylari, chiqindi shinalar va neft-kimyo sanoati qoldiqlari

ISSN 3030-3907

asosida texnik uglerod olish bo‘yicha tadqiqotlar kengaydi. Ushbu yo‘nalish ekologik va iqtisodiy jihatdan istiqbolli hisoblanadi [6]. Biroq, bunday xomashyolarda PAU va kul miqdori yuqori bo‘lgani sababli qo‘shimcha tozalash bosqichlari talab etiladi.

TEXNIK UGLERODNING FIZIK-KIMYOVIY XOSSALARI Zarracha o‘lchami va sirt maydoni. Texnik uglerodning birlamchi zarracha diametri odatda 10–100 nm oralig‘ida bo‘ladi. BET usuli bilan aniqlangan sirt maydoni zarracha o‘lchamiga teskari proporsional bo‘lib, yuqori yodni yutish miqdori (ASTM D1510) kichik zarracha o‘lchamiga mos keladi. Adabiyotlarda yodni yutish miqdori 80–120 g/kg oralig‘ida bo‘lgan uglerodlar yuqori faollikka ega deb baholanadi. Strukturaviy xususiyatlar (YYM va SYYM) Texnik uglerod agregatlari uch o‘lchamli tarmoqlangan tuzilishga ega. Ushbu struktura Oil Absorption Number (ASTM D2414) va Compressed Oil Absorption Number (ASTM D3493) orqali baholanadi. YYM agregatlarning umumiy tarmoqlanish darajasini, SYYM esa siqilgan holatdagi barqaror strukturani aks ettiradi [7]. Yuqori strukturali uglerodlar rezina kompozitsiyalarida yuqori mustahkamlovchi effekt beradi, biroq ularning dispersiyalanishi murakkabroq bo‘ladi. Namlik va issiqlikda yo‘qotilish texnik uglerodning 125 °C da issiqlikda yo‘qotilishi (ASTM D1509) uning gigroskopikligi va uchuvchan moddalari miqdorini ifodalaydi. Standart sanoat uglerodlari uchun bu ko‘rsatkich odatda ≤3 % deb qabul qilingan [8]. Past issiqlik yo‘qotilishi materialning texnologik barqarorligini oshiradi. Kul miqdori va metall aralashmalar kul miqdori (ASTM D1506) texnik uglerod sifatini baholashda muhim parametr hisoblanadi. Kul tarkibida Ca, Fe, Mg, Na kabi metall ionlari mavjud bo‘lib, ular rezina va elektrotexnika mahsulotlarida salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin [9]. Adabiyotlarda yuqori sifatli texnik uglerodlar uchun kul miqdori ≤0,5–1,0 % oralig‘ida bo‘lishi talab etiladi [10]. Sirt kimyosi va funksional guruhlar texnik uglerod sirtida –OH, –COOH, –C=O kabi kislorodli funksional guruhlar mavjud bo‘lib, ular dispersiyalanish va polimer bilan bog‘lanishga ta’sir ko‘rsatadi. XPS **X-Ray Photoelectron Spectroscopy** va FTIR (Fourier-transform infrared spectroscopy) tadqiqotlari ushbu guruhlarning miqdori ishlab chiqarish sharoitiga bog‘liq ekanini ko‘rsatadi. Pau va kulni kamaytirishga qaratilgan zamonaviy yondashuvlar so‘nggi tadqiqotlarda PAU ni kamaytirish uchun vakuum distillatsiya, inert muhitda termik ishlov va siklodekstrinlar bilan komplekslash usullari taklif etilgan. Metall ionlarini kamaytirishda esa xelat hosil qiluvchi birikmalar (EDTA, aminokislotalar) samarali ekanligi qayd etilgan. Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, texnik uglerodning sifat ko‘rsatkichlari xomashyo turi, ishlab chiqarish texnologiyasi va keyingi tozalash bosqichlariga kuchli bog‘liqdir. [11].

ISSN 3030-3907

Metandan atsetilen olishda hosil bo‘ladigan qurum asosida olingan texnik uglerod natijalarini tahlil qilingan va natijalari ASTM D1514, ASTM D2414, ASTM D3493 standartlariga mos bo‘lgan texnik uglerod markalari bilan Yodni yutish miqdori (g/kg) ASTM D1510 bo‘yicha davom ettirildi. **Yod molekulalari juda kichik** bo‘lgani uchun ular: uglerodning **mikro va mezoporalari**ga kiradi **birlamchi zarrachalar yuzasiga** adsorbsiyalanadi.

1-Jadval

Olingan namunalarningASTM D1510 (g/kg) bo‘yicha yodni yutish miqdori

Namunalar	Yodni yutish (g/kg)	Yodni yutish miqdori (g/kg) ASTM D1510	Izohlar
6-N	106.9	30-40	Past faol
7-N	95.6	35-50	O‘rta
8-N	85.6	70-90	mustahkamlochi
9-N	83.2	100-120	Yuqori

Yodni yutilish miqdori yuqori bo‘lsa zarracha kichik bo‘ladi sirt maydoni katta bo‘ladi, yod yutilish miqdori past bo‘lsa zarracha yirik sirt maydoni kichik bo‘ladi.

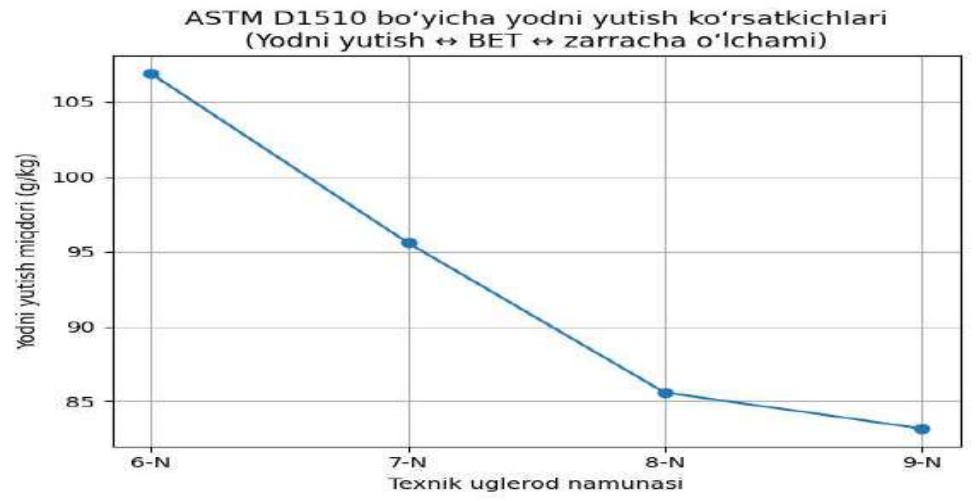
Hisoblash formulasi (ASTM D1510) $Yod\ soni\ (gr/kg) = \frac{(Vo-V)*N*126.93}{m}$

Bu yerda: V_0 — nazorat eritmasi titrlash hajmi (ml) V — namuna bilan titrlash hajmi (ml), N -$Na_2S_2O_3$ normalligi, 126.93- yodning ekvivalent massasi, m texnik uglerod massasi (g)

Natijalardan shuni xulosa qilish mumkin 6-N (106.9 g/kg) birlamchi zarracha kichik bo‘lib sirt maydoni **katta k**uchli mustahkamlovchi modda hisoblanadi, ushbu namunadagi texnik uglerod shinalar protektori va yuqori yuklama rezinalar uchun mos keladi. **Bu ko‘rsatkich N220–N234 markali** texnik uglerod **darajasiga yaqin.** 7-N namuna (95.6 g/kg) **o‘rtacha-yuqori** Zarracha o‘lchami biroz yiriklashgan sirt faolligi yaxshi, dispersiya nisbatan oson, **N330 markali** texnik uglerod**ga yaqin**. 8-N namuna (85.6 g/kg) **o‘rtacha z**arracha kattaroq, sirt maydoni kamaygan, faollik pasaygan mexanik xossa pastroq **N550–N660 markali** texnik uglerod xossalariga yaqin. 9-N markali (83.2 g/kg) **past-o‘rtacha** yirik zarrachali uglerod sirt faolligi pastroq, elektr o‘tkazuvchanlik nisbatan yuqori bo‘lishi mumkin, aralashishi oson. **Yodni yutish zarracha o‘lchamini** ko‘rsatadi. Shuning uchun: 6-N da **yod yuqori**, chunki zarracha mayda YYM va SYYM bilan birga qaralganda **to‘liq strukturaviy baho** beriladi. Texnik uglerodning yodni yutish miqdori ASTM D1510 standarti bo‘yicha aniqlanib, namunalarning sirt faolligi va birlamchi zarracha o‘lchamiga baho berildi. O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida 6-N namunasi eng yuqori yodni yutish ko‘rsatkichiga (106.9 g/kg) ega ekanligi aniqlandi, bu uning yuqori dispersliligi va

ISSN 3030-3907

yuqori sirt maydoniga egaligini ko‘rsatadi. 7-N namunasi (95.6 g/kg) o‘rtacha-yuqori faollikka ega bo‘lib, mexanik xossalar va qayta ishlanish xususiyatlari o‘rtasida muvozanatni ta’minlaydi. 8-N va 9-N namunalarda yodni yutish miqdorining kamayishi (85.6–83.2 g/kg) zarracha o‘lchamining yiriklashuvi va sirt faolligining pasayishi aniqlandi. Umuman olganda, yodni yutish natijalari texnik uglerod namunalari zarracha o‘lchami va sirt faolligining bosqichma-bosqich o‘zgarishini tahlil qilindi.



1-Rasm ASTM D1510 bo‘yicha yodni yutish ko‘rsatkichlari

Grafikning mazmuni namuna raqami oshgani sari yodni yutish miqdori izchil kamaymoqda. Ushbu natijalar yodni yutish ko‘rsatkichi texnik uglerodning disperslik darajasi va birlamchi zarracha o‘lchamini baholashda ishonchli parametr ekanligini tasdiqlaydi.

Issiqlikda yo‘qotilish (125 °C ≤, %) — ASTM D1509 texnik uglerod namunasini **125 °C haroratda qizdirganda massaning kamayishini** aniqlaydi.

Tahlil natijalari yaxshi chiqgan namunalarni 125 125 °C haroratda % larda massa yo‘qotilishi jadval ko‘rinishida keltirildi.

2-Jadval

Issiqlikda yo‘qotilish miqdori tahlili

Namuna	Issiqlikda yo‘qotilish, 125 °C ≤, % ASTM D1509	Standarga tavsif
6-N	1.7%	muvofiq
7-N	3.2 %	biroz yuqori

Tahlil natijalaridan 6-N namunasi ASTM D1509 bo‘yicha sanoat darajasidagi yuqori sifatli texnik uglerod hisoblanadi. **Bu ko‘rsatkich** N220 va N330 dan ham yaxshiroq**. Massani kamayishi asosan quyidagilar hisobiga yuz beradi:**

adsorbsiyalangan **namlik (H_2O)**

uchuvchan moddalar (engil organik birikmalar)

ISSN 3030-3907

juda kam hollarda yuzaki bog‘langan past molekulali moddalar Ya’ni bu ko‘rsatkich texnik uglerodning **qanchalik quruq va toza** ekanini bildiradi. Quyidagi formula bilan topiladi.

$$Issiqlikda\ yo'qotish, \% = \frac{\mathbf{m_1 - m_2}}{\mathbf{m_1}} * 100$$

Bu yerda:

m_1 - quritishdan oldingi massa

m_2 -quritishdan keyingi massa

Issiqlikda yo‘qotilish katta emas: uglerod **namlikni ko‘p yutmagan,** yuzasi **kuchli funksional guruhlarga ega emas,** kauchuk va polimerga qo‘llash mumkin. Olingan 6-N texnik uglerod issiqlik barqarorligi bo‘yicha sanoat talablariga mos keladi. Keyingi tadqiqot ishlarimiz 6-N namunali texnik uglerod bilan davom ettirildi va **ASTM D1506 bo‘yicha texnik uglerodda kul miqdori 550** °C 15 soat davomida mufel pechida kuydirish orqali qoldiq miqdori o‘rganildi. Natijalar standart bo‘yicha taqqoslandi.

3-jadval

Kul miqdorini o‘rganish

Namuna	Kul miqdori, %	ASTM D1506 talabi	Standartga mosligi
6-N	**0.7 %**	≤ 1.0 % (rezina texnikasi uchun)	Mos
N220	0.5–1.0 %	ASTM / ISO	Mos
N330	0.5–1.0 %	ASTM / ISO	Mos

Rezina va shina sanoatida texnik uglerod uchun kul miqdori odatda 1.0 % dan kam bo‘lishi talab qilinadi. ASTM D1506 standarti bo‘yicha 6-N markali texnik uglerodning kul miqdori 0.7 % ni tashkil etadi. Ushbu qiymat rezina texnikasida qo‘llaniladigan texnik uglerodlar uchun qabul qilingan me’yoriy chegaradan (≤ 1.0 %) past bo‘lib, materialning sifat ko‘rsatkichlari talab darajasida ekanligini ko‘rsatadi. Kul miqdori texnik uglerod tarkibidagi noorganik komponentlar (SiO_2, CaO, Fe_2O_3, Al_2O_3 va boshqa mineral qoldiqlar) ifodalaydi. Kulning past bo‘lishi quyidagi ijobiy omillar bilan bog‘liq: uglerodning yuqori tozaligi, polimer matritsa bilan yaxshi o‘zaro aralashishi, rezina aralashmalarda elektr va mexanik xossalarning barqarorligi keltirib chiqarmaydi. 0.7 % kul miqdori 6-N markali texnik uglerodning zamonaviy sanoat markalari (N220, N330) bilan taqqoslanadigan darajada ekanini ko‘rsatadi. Bu esa mazkur texnik uglerodning rezina texnikasi, mexanik mustahkamlik talab qilinadigan buyumlar hamda umumiy sanoat elastomer kompozitsiyalarida qo‘llanishi mumkinligini asoslaydi. Past PAU va kul miqdoriga ega, nazorat qilinadigan strukturali texnik uglerod olish bugungi kunda dolzarb ilmiy-texnik muammo hisoblanadi. Ushbu ish

ISSN 3030-3907

doirasida taklif etilgan kompleks tozalash va strukturani boshqarish yondashuvlari keltirilgan yo‘nalishlar bilan uzviy bog‘liq bo‘lib, ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.

XULOSA

O‘tkazilgan tadqiqotlar texnik uglerodning sifat ko‘rsatkichlari xomashyo turi, ishlab chiqarish texnologiyasi va keyingi tozalash bosqichlariga kuchli bog‘liq ekanligini tasdiqladi. ASTM D1510 standarti bo‘yicha yodni yutish miqdorini aniqlash texnik uglerodning birlamchi zarracha o‘lchami va sirt maydonini baholashda ishonchli mezon ekanligi aniqlandi. Tadqiq etilgan namunalardan 6-N texnik uglerod eng yuqori yodni yutish qiymatiga (106,9 g/kg) ega bo‘lib, yuqori dispersliligi va sirt faolligi bilan ajralib turadi hamda N220–N234 markali sanoat uglerodlariga yaqin xossalarga ega.

Issiqlikda yo‘qotilish (ASTM D1509) va kul miqdori (ASTM D1506) natijalari 6-N namunasining sanoat talablariga to‘liq javob berishini, uning yuqori tozalikka ega ekanligini va rezina aralashmalarda qo‘llash uchun mosligini ko‘rsatdi. Kul miqdorining 0,7 % ni tashkil etishi texnik uglerodning rezina va elastomer kompozitsiyalarida barqaror mexanik va fizik xossalarni ta’minlashini anglatadi. Umuman olganda, ushbu ish natijalari past PAU va kul miqdoriga ega, nazorat qilinadigan strukturali texnik uglerod olish istiqbolli ilmiy-amaliy yo‘nalish ekanligini asoslaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Donnet J.B., Bansal R.C., Wang M.J. Carbon Black: Science and Technology. CRC Press, 1993.
2. Hess W.M. Carbon black reinforcement. Rubber Chem. Technol., 1991.
3. Medalia A.I. Effect of carbon black structure. Rubber Chem. Technol., 1978.
4. Wang M.J. Carbon black in rubber reinforcement. Carbon, 2010.
5. ASTM D3493 – Standard Test Method for Compressed Oil Absorption.
6. ASTM D1509 – Heat Loss at 125 °C.
7. Zhang X. et al. Pyrolysis carbon black from waste tires. J. Anal. Appl. Pyrolysis, 2020.
8. Marsh H., Rodríguez-Reinoso F. Activated Carbon. Elsevier, 2006
9. ISO 3310-1: Test sieves.
10. Chen L. et al. PAH removal from carbon black. Carbon, 2018
11. Wang S. Cyclodextrin-based PAH removal. Environ. Sci. Technol., 2019.

ISSN 3030-3907