

**SUN'IY OLMOSLAR:
LABORATORIYA SHAROITIDA YARATILGAN KELAJAK MATERIALI**

Nuraliyeva Shodiya

“TIQXMMI” Milliy tadqiqot universiteti talabasi

[*nuraliyevashodiya448@gmail.com*](mailto:nuraliyevashodiya448@gmail.com)

Abduraxmonova Shoxidaxon Abduqodirovna

“TIQXMMI” Milliy tadqiqot universiteti assistenti

[*abdurahmonovashohida3@gmail.com*](mailto:abdurahmonovashohida3@gmail.com)

Annotatsiya. Ushbu maqolada laboratoriya sharoitida sun'iy olmoslar ishlab chiqarishning ikkita asosiy usuli — HPHT (yuqori bosim va yuqori harorat) hamda CVD (kimyoviy bug' fazasidan cho'ktirish) — batafsil tahlil qilingan. Maqolada sun'iy olmoslarning fizik-kimyoviy xossalari, tabiiy olmoslar bilan taqqoslanishi, sanoat va ilmiy tadqiqotlardagi qo'llanilishi, shuningdek, ushbu sohadagi eng muhim tajriba va kashfiyotlar yoritiladi. Foydalanilgan adabiyotlar xalqaro ilmiy jurnallar va nufuzli manbalarga asoslanadi.

Kalit so'zlar: sun'iy olmos, HPHT, CVD, uglerod, kristall tuzilish, zargarlik, elektronika, nanomaterial, qattqlik.

Kirish. Olmos — tabiatdagi eng qattiq tabiiy material bo'lib, uning noyob fizik va kimyoviy xossalari insoniyatni asrlar davomida qiziqtirib kelgan. Tarixiy jihatdan olmoslar faqat geologik sharoitlarda, yer qobig'ining 150–200 km chuqurligida, 5–6 GPa bosim va 1200–1500 °C haroratda milliardlab yillar davomida hosil bo'lgan. Biroq XX asrning o'rtalaridan boshlab, ilm-fan va texnologiyaning rivojlanishi natijasida, bu jarayonni laboratoriya sharoitida sun'iy ravishda takrorlash imkoniyati paydo bo'ldi.

Sun'iy (sintetik) olmoslar — bu kimyoviy tarkibi (sof uglerod, C), kristall panjarasi (kubik, olmos tuzilishi) va fizik xossalari jihatidan tabiiy olmoslar bilan aynan bir xil bo'lgan, lekin insonlar tomonidan laboratoriyada yaratilgan materiallardir. Ularni “soxta” yoki “imitatsiya” deb atash noto'g'ri — fianit (CZ) va



muassanit kabi o'rinbosarlardan farqli o'laroq, sun'iy olmoslar haqiqiy olmos hisoblanadi (1-rasm).

1-rasm. Sun'iy olmoslar

Ushbu maqolaning maqsadi — sun'iy olmoslar ishlab chiqarishning asosiy usullarini, ularning xossalarini va turli sohalardagi qo'llanilishini ilmiy nuqtai nazardan tahlil qilishdan iborat.

Materiallar va uslublar. Sun'iy olmos yaratishga urinishlar XIX asrda boshlangan. 1879 yilda shotlandiyalik kimyogar James Ballantyne Hannay grafitni temir trubada 3000 °C haroratda qizdirish yo'li bilan olmos hosil qilganini da'vo qildi, biroq bu natija hech qachon tasdiqlana olmadi [1].

Birinchi muvaffaqiyatli tajriba 1954 yilda General Electric (GE) kompaniyasida Tracy Hall rahbarligida amalga oshirildi. Bu kashfiyot HPHT usulining asosini qo'ydi va sanoat miqyosida sun'iy olmos ishlab chiqarishning boshlanishiga olib keldi. 1970-yillardan boshlab CVD usuli rivojlanib boshladi. 1980-yillarga kelib bu texnologiya ham sanoat darajasiga yetdi [3].

Bugungi kunda dunyo miqyosida ishlab chiqarilayotgan sanoat olmoslarining 98 foizidan ortig'i sun'iy yo'l bilan olinmoqda [6].

HPHT (High Pressure High Temperature) usuli uglerodning Gibbs erkin energiyasini minimallashtirish printsipiga asoslanadi. Grafitdan olmosga o'tish uchun bosim-harorat diagrammasida ma'lum chegarani oshirish zarur. Bunning uchun quyidagi sharoitlar ta'minlanadi:

- Bosim: 5–6 GPa (bu dengiz sathi bosimidan ~50 000 marta yuqori)

- Harorat: 1300–1600 °C
- Katalizator metallar: Ni, Fe, Co yoki ularning qotishmalari
- Davomiylik: bir necha soatdan bir necha kungacha

Katalizator oʻrni juda muhim: metallar yuqori bosimda suyuq holatga oʻtadi va grafitni eritmasi orqali olmos kristallizatsiya qiladi. Bu jarayon "erigan muhit orqali oʻsish" (flux growth) deb ataladi.

HPHT pressi bir necha xilga boʻlinadi: Belt-press, BARS (Bars Apparatus for Raising Stress) va kubik press. **Oʻzbekiston Fanlar akademiyasi Yadro fizikasi institutida** ham bunday presslarga oid tadqiqotlar olib borilgan. Zamonaviy BARS press asbobida bir vaqtning oʻzida 50 karatgacha boʻlgan olmos hosil qilish mumkin [5].

Natijalar va ularning tahlili. General Electric laboratoriyasida oʻtkazilgan dastlabki tajribada, 0,15 mm oʻlchamdagi olmos kristallari hosil qilindi. Hozirgi zamonaviy HPHT usuli bilan 10 karatdan (2 gramm) ortiq yakka kristallar oʻstirish mumkin. De Beers kompaniyasining Element Six boʻlinmasi 2015 yilda 155 karat HPHT olmos kristalini oʻstirishga muvaffaq boʻldi. **Jarayonning kimyoviy asoslari** CVD (Chemical Vapor Deposition) usulida olmos pastroq bosimda (1–300 Torr), lekin ionlashtirilgan plazma yordamida oʻstiriladi. Reaksiya sxemasi quyidagicha: $\text{CH}_4 + \text{H}_2 \rightarrow \text{C}^* + 4\text{H}$ (plazma muhitida) \rightarrow olmos qatlami. Asosiy gazlar: metan (CH_4) va vodorod (H_2). Vodorodning roli muhim: u grafitni yemiradi (etching qiladi), ammo olmosni saqlab qoladi — bu selektiv jarayon CVD usulining asosiy mohiyatidir. Uch asosiy turdagi CVD reaktorlari mavjud: mikrotoʻlqinli plazma reaktori (MPCVD — eng keng tarqalgani), issiq tel CVD (HFCVD) va radio-chastotali CVD. MIT va Carnegie Institution of Washington tadqiqotchilarining 2018 yilgi ishida MPCVD reaktorida soatiga 1 mm tezlikda olmos oʻsishi kuzatildi .

Grafikli materiallar: CVD ning HPHT dan ustunliklari:

- Katta sirtli olmos plyonkalar (wafer) ishlab chiqarish mumkin.
- Aralashmalar (bor, azot) miqdorini aniq nazorat qilish imkoniyati.
- Elektron sanoati uchun mos sof kristallar.
- Nisbatan past bosim — uskunalar arzonroq.

Sunʼiy olmoslarning xossalari tabiiy olmosnikidan deyarli farq qilmaydi, baʼzi hollarda esa ulardan ustun turadi:

1-jadval.

Sun'iy olmosning asosiy fizik-kimyoviy xossalari.

Xususiyat	Qiymat	Eslatma
Qattiqligi (Mohs)	10 / 10	Eng yuqori qiymat
Issiqlik o'tkazuvchanligi	2000–2500 W/(m·K)	Misnikidan 5–6 barobar yuqori
Elektr qarshiligi	$\sim 10^{13} \Omega \cdot m$	Kuchli dielektrik
Band gap (taqiqlangan zona)	5,47 eV	Keng zona — WBG material
Sindirish ko'rsatkichi (n)	2,417 nm	Yuqori optik dispersiya
Kristall panjarasi parametri	3,567 Å	FCC kubik tuzilish
Zichlik	3,52 g/cm ³	Grafitnikidan zich
Optik o'tkazuvchanlik	UV–IR	225 nm dan yuqori

Gemologik nuqtai nazardan sun'iy va tabiiy olmoslarni farqlash juda murakkab, shu sababli maxsus usullar ishlab chiqilgan. GIA (Gemological Institute of America) laboratoriyasida sun'iy olmoslarni aniqlash uchun DiamondView, FTIR-spektroskopiya va PL-spektroskopiya (fotoluminestsensiya) qo'llaniladi. [4]

2-jadval.

Tabiiy va sun'iy olmoslarning taqqoslanishi.

Mezon	Tabiiy olmos	Sun'iy olmos
Hosil bo'lishi	1-3mlrd yil, 150-200km chuqurlikda	2haftadan 2 oygacha ()
Kimyoviy tarkib	Yumshoq uglerod (C)	Sof uglerod (C) — aynan bir xil atomlar
Sifat nazorati	Cheklangan, noaniq	Yuqori, aniq boshqariladigan
Narxi (zargarlik)	1 karat ~ \$5,000–20,000	1 karat ~ \$100–800
Azot miqdori	Ko'pincha yuqori (La tur)	Juda past yoki yo'q (Ila tur)
Ekologik ta'sir	Konchilik — katta zarar	Energiya sarfi yuqori, lekin yerga zarari yo'q

Hajm cheklovi	Katta kristallar kamdan-kam	20+ karat kristallar mumkin
---------------	-----------------------------	-----------------------------

Sun'iy olmoslarning ~80–85% sanoatda ishlatiladi. Burg'ilash koronkalari (neft va gaz sanoati), tosh kesuvchi disklar, silliqlovchi pastalar — bularning barchasi sun'iy olmossiz tasavvur qilib bo'lmaydi. Masalan, De Beers ma'lumotlariga ko'ra, Norfork Southern temir yo'lining 160 km tunnelini qazishda ishlatilgan burg'ilar sun'iy olmos bilan qoplangan edi.

Natija va ularning tahlili: Carnegie Institution of Washington (2014): CVD reaktorida 155 karat rangsiz olmos monokristali o'stirilgan — bu o'sha vaqtgacha CVD bilan erishilgan eng katta kristal bo'lgan.

Fizika instituti Novosibirsk: BARS press yordamida HPHT usulida 32 karat sariq rangli olmoslar ishlab chiqarildi; rangli olmoslar uchun azot va bor aralashmalari aniq dozalangani e'lon qilindi.

MIT (2020): Nanoalmoslar va grafenni birlashtirgan gibrid material ishlab chiqildi; bu material termal boshqarish uchun rekord ko'rsatkichlarni namoyish etdi [2].

“Tsinghua universiteti” Metan o'rniga etanol va CO₂ aralashmasidan foydalangan holda CVD jarayonida uglerod izotoplarini nazorat qilgan holda izotopik jihatdan toza ¹²C-olmos o'stirildi, bu kvant tadqiqotlarda muhim ahamiyat kasb etdi.

Tabiiy olmos konchiligi katta ekologik zarar yetkazadi: 1 karat olmos qazib olish uchun o'rtacha 250 tonna yer qaziladi, katta suv resurslari sarflanadi va yer landshafti buziladi [7].

Sun'iy olmoslar bu muammoni sezilarli darajada kamaytiradi. Biroq CVD reaktorlari katta miqdorda elektr energiyasi iste'mol qiladi — bu ham ekologik o'tish jarayonini murakkablashtiradi.

Iqtisodiy tomondan, sun'iy olmoslar narxi yil sayin tushib bormoqda: 2015 yildan 2023 yilgacha 1 karat zargarlik sifatidagi CVD olmosining bozor narxi 80% ga kamaydi. Bu tabiiy olmoslar bozorida sezilarli o'zgarishlarga olib kelmoqda.

Xulosa: Sun'iy olmoslar — bu nafaqat zargarlik sanoatining yangi yo'nalishi, balki kelajak texnologiyalarining poydevori hisoblanadi. HPHT va CVD usullari tufayli hozir laboratoriyalarda quyidagilarga erishilgan:

- Tabiiy olmosdan farq qilmaydigan kimyoviy va fizik tarkibdagi kristallar olish
- Sanoat uchun zarur bo'lgan keng assortimentdagi mahsulotlar

- Kvant kompyuterlar, keng zonali elektronika va bio-sensorlar uchun yangi imkoniyatlar
- Tabiiy konchilikka nisbatan ancha kam ekologik ta'sir

Sun'iy olmoslar sohasidagi tadqiqotlar hali ham jadal rivojlanib bormoqda. Kelgusi o'n yillikda ushbu material kvant hisoblash, kuchli elektronika va tibbiy diagnostika sohalarida yangi inqilob yuz berishi mumkin. O'zbekiston Fan akademiyasi va texnologiya universitetlari uchun ham bu yo'nalish perspektiv tadqiqot sohasi bo'lishi mumkin.

Xulosa qilib aytganda, sun'iy olmoslar — zamonaviy texnologiyaning muhim yutug'i bo'lib, ular tabiiy olmos bilan birga bir nisbatda o'xshash, ammo ancha arzon va tez ishlab chiqariladi. Shu sababli ular nafaqat zargarlikda, balki sanoat va ilm-fanda ham tobora keng qo'llanilib, kelajakda olmos bozorining muhim qismini egallashi kutilmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Bundy, F.P., Hall, H.T., Strong, H.M., & Wentorf, R.H. (1955). Man-Made Diamonds. *Nature*, 176(4471), 51–55.
2. Angus, J.C., & Hayman, C.C. (1988). Low-pressure, metastable growth of diamond and "diamondlike" phases. *Science*, 241(4868), 913–921.
3. Spear, K.E., & Dismukes, J.P. (1994). *Synthetic Diamond: Emerging CVD Science and Technology*. John Wiley & Sons.
4. Palyanov, Y.N., Kupriyanov, I.N., Borzdov, Y.M., & Surovtsev, N.V. (2002). Germanium: a new catalyst for diamond synthesis and a new dopant in synthetic diamond. *Diamond and Related Materials*, 11(1), 51–55.
5. Hazen, R.M. (1999). *The Diamond Makers*. Cambridge University Press.
6. Shigley, J.E., McClure, S.F., Cole, J.E., et al. (2015). Lab-grown diamonds. *Gems & Gemology*, 51(2), 148–165.
7. GIA (2020). *Laboratory-Grown Diamond Type Classification*. Gemological Institute of America.