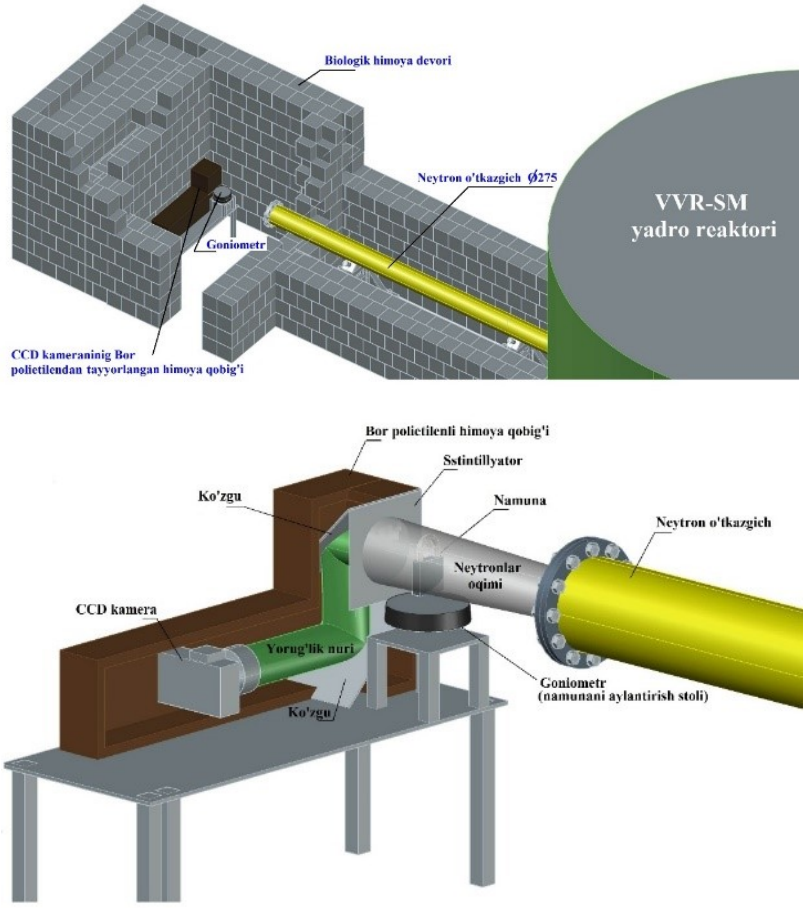
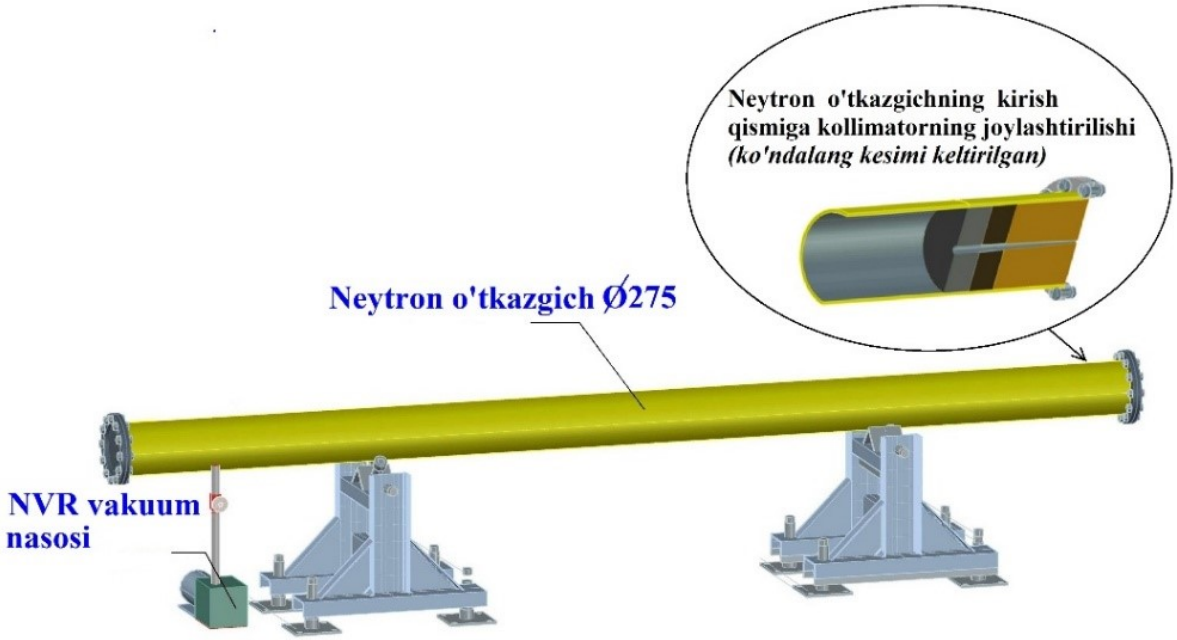
Neytron radiografiya va tomografiya qurilmasi: VVR-SM yadro reaktorining yangi imkoniyatlari

Obyektlarning xossalarini va tuzilishini ularning butunligini saqlagan holda o'rganadigan usullar fan va texnikaning ko'plab sohalarida keng qo'llaniladi. Shunday usullar ichida keng tarqalganlaridan biri rentgen nurlaridan foydalanishga asoslangan bo'lib, bu usul ob'ektning ayrim xususiyatlarini, tashqi va ichki strukturasini o'rganish imkonini beradi. Ammo rentgen nurlarining yutilishi namunadagi mavjud elementlarning tartib raqamiga “qat’iy” bog'liqligi va namunaga chuqur kirib borishi cheklanganligi sababli, zichligi bir-biriga yaqin bo'lgan moddalardan tashkil topgan hamda zichligi yuqori namunalarning ichki tuzilishi haqida to'liq ma'lumot olish imkonini bermaydi.

Shu sababli, nurlarning yutilishi elementning tartib raqamiga bog'liq bo'lmagan imkoniyatlaridan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Ana shunday yechim sifatida zaryadsiz zarracha – neytronlardan foydalanish esa namunaning tashqi hamda ichki tuzilishi haqidagi ma'lumotni olishga imkon beradi. Shuning uchun neytronlarning yadro bilan ta'sirlashishini hisobga olgan holda namunaning ichki tuzilishini o'rganishga imkon beradigan neytron radiografiyasi va tomografiyasi qurilmasi yaratilib, FA Yadro fizikasi institutining yadro reaktori gorizontal kanaliga o'rnatildi hamda ishga tushirildi.



Neytron radiografiya va tomografiya qurilmasining ko'rinishi



Neytron o'tkazgich tizimi

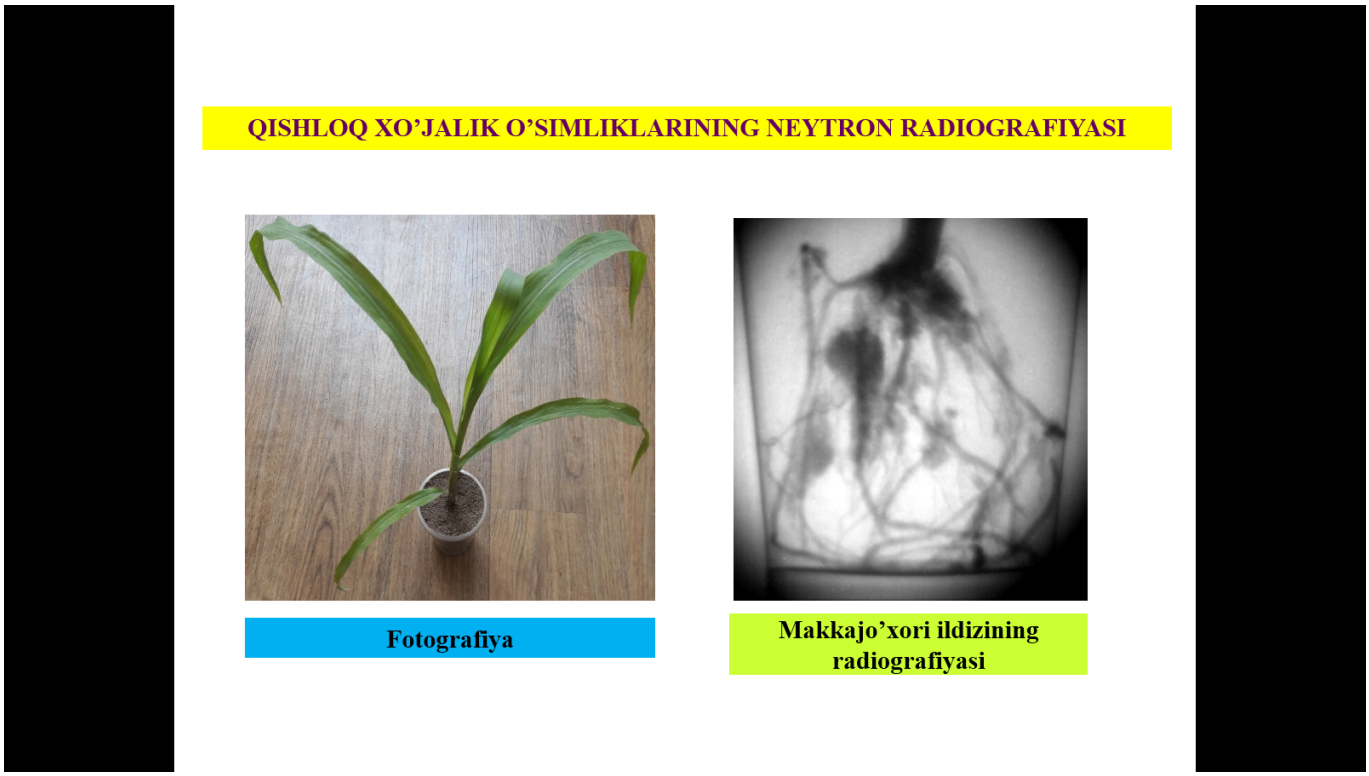
Turli obyektlar, namunalar va mahsulotlarning ichki tuzilishini ularga ziyon yetkazmasdan va butunligini saqlagan holda tadqiq qiluvchi neytron radiografiyasi va tomografiyasi usulida issiq, epiissiq neytronlardan foydalaniladi. Elektromagnit xususiyatga ega bo'lgan rentgen nurlari bilan solishtirilganda neytron nurlari o'rganilayotgan obyekt ichiga kirib borishi yuqori, bu esa uni ilmiy va muhandislik sohalaridagi yirik obyektlarni o'rganishga imkon beradi.

Ushbu neytron radiografiya va tomografiya qurilmasining ilmiy va texnik yangiligi turli obyektlarning ichki tuzilishini va ularda nuqsonlar mavjudligini ularning butunligini saqlagan holda yuqori aniqlik darajasi bilan tadqiq qilishda neytronlarning optimal oqimi ~107 neytr./sm2s va ~150 mkm (L/d~500) aniqlik darajasida tanlangan. Avtomatlashtirilgan buriluvchi goniometr namunaning tomografiyasini olish uchun uni 180 gradusga aylantiradi. Namunadan o'tgan neytronlarni yorug'lik nuriga aylantirish uchun stsintilyatsiyaviy detektor sifatida 6LiF/Zn(Cd)S:Ag ekrandan foydalanilgan. Hosil bo'lgan yorug'lik nurini yuqori qaytarish qobiliyatiga ega bo'lgan 200×280×3 mm o'lchamli ko'zgu, ProLine PL09000 rusumli CCD kameraga yo'naltirib beradi.

Neytron radiografiyasi usuli neytron oqimining turli elementlardan tashkil topgan, har xil zichlik va qalinlikka ega bo'lgan materialdan o'tishida, turli elementlarning har xil yutilish kesimlarga ega bo'lishi sababli intensivlikning turli darajada kamayishi tufayli, o'rganilayotgan materiallarning ichki strukturasi-“tasvirini” olishga asoslangan.



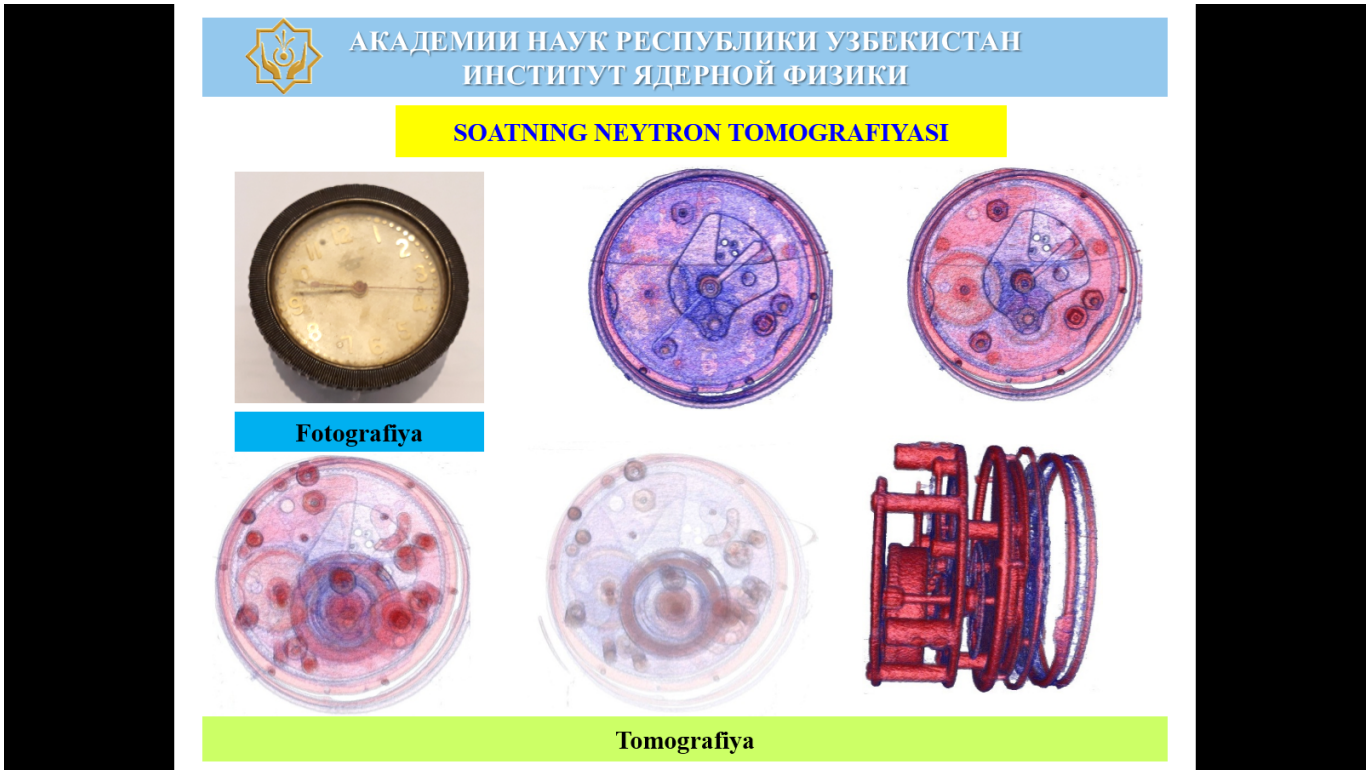
Qulf ichki tuzilishining neytron radiografiya qurilmasida olingan tasviri



Idish ichidagi makkajo'xori ildizining neytron radiografiya qurilmasida olingan tasviri

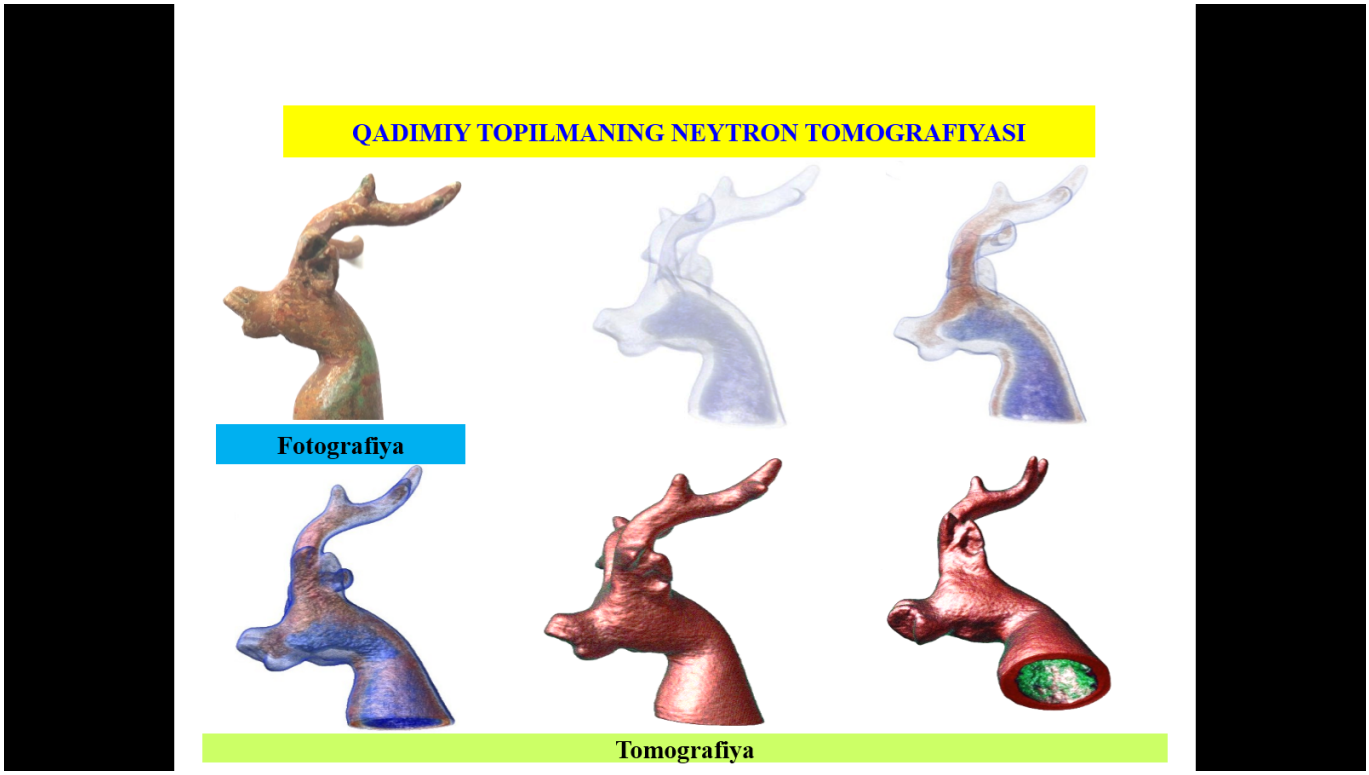
Neytron tomografiyasi uslubida esa namunani o'z vertikal o'qi atrofida ma'lum burchak tezlikda aylantirish orqali, neytron oqimining yo'nalishiga nisbatan turli burchaklarida olingan alohida tasvirlarini olish va bu tasvirlarni rekonstruktsiya qilish (qayta tiklash) yo'li bilan ichki strukturasining uch o'lchovli tasvirini hosil qilishga asoslangan. Dasturiy ta'minotdan foydalangan holda buyumning (materiallar, ehtiyot qismlar, o'simliklar, tarixiy topilmalar, mexanizmlar va h.k.) ichki tuzilishining uch o'lchovli modeli yaratiladi. Neytron tomografiya qurilmasining muhim xarakteristikalaridan biri aniqlik darajasi (razresheniye) bo'lib, u asosan neytron oqimining boshlang'ich diametriga va neytron o'tkazgichning kirish kolimatoridan

namunagacha bo'lgan masofaga bog'liqdir.



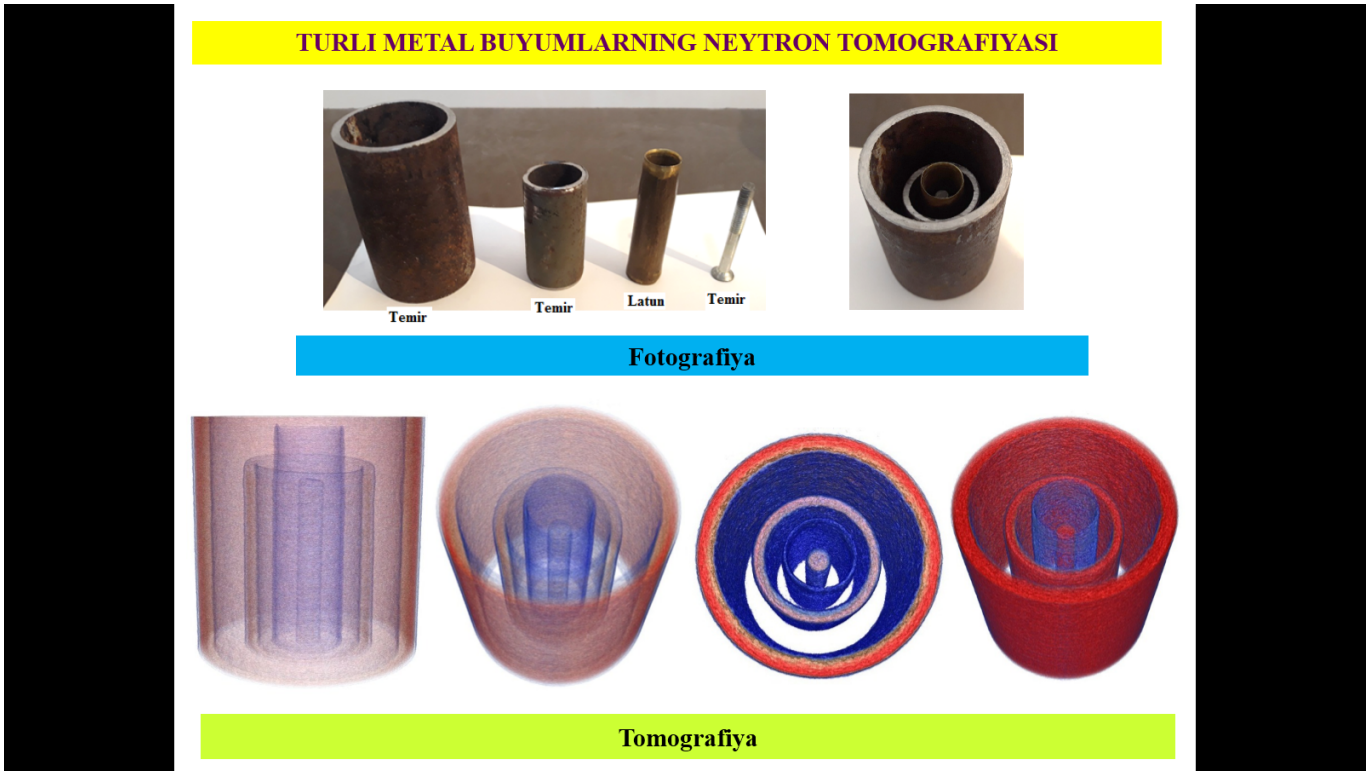
Soat ichki tuzilishining neytron tomografiya qurilmasida olingan tasviri

Neytron tomografiyasi paleontologiya, geologiya, arxeologiya, materialshunoslik, mineralogiya, geofizika va boshqa sohalardagi tadqiqotlar uchun ob'ektning ichki tuzilishini o'rganishda eng yetakchi usullaridan biridir.



Qadimiy topilma ichki tuzilishining neytron tomografiya qurilmasida olingan tasviri

Neytron tomografiyasi qalin metall tarkibli mahsulotlar ichki tuzilishi va ularning o'zgarish dinamikasini tadqiq qilish uchun noyob vosita bo'lib xizmat qiladi.



Turli metal buyumlar jamlanmasining neytron tomografiya qurilmasida olingan tasviri

Neytron radiografiya va tomografiya qurilmasi arxeologiya, paleontologiya, sanoat mahsulotlari, geologik, mineralogik, geofizik va biologik ob'ektlarning ichki strukturasini o'rganishga keng imkon beradi. Yaratilgan neytron radiografiyasi va tomografiya qurilmasi o'zining texnik ko'rsatgichlari bo'yicha Hamdo'stlik mamlakatlari xududidagi ilg'orlaridan biri bo'lib, qurilma bazasida yangi ilmiy izlanishlar (fizika, kimyo, biologiya, materialshunoslik, paleontologiya, geologiya va boshqalar) tashkil qilish imkonini beradi.