# HARAKATDAGI ARXITEKTURA: KELAJAK BINOLARINING KINETIK VA DINAMIK KONSTRUKTIV YECHIMLARI

**Asadov Sherbek Ilyos o'g'li**
SamDTU stajyor o'qituvchisi
**DOI:**https://doi.org/10.5281/zenodo.22998307

**Annotatsiya.**Ushbu tezisda zamonaviy arxitekturaning rivojlanayotgan yo'nalishlaridan biri kinetik va dinamik arxitektura tushunchalari tahlil qilinadi. An'anaviy binolardan farqli ravishda, dinamik arxitektura o'z shakli, fasadi yoki alohida konstruktiv elementlarini tashqi muhit, quyosh nuri, shamol, harorat hamda foydalanuvchi ehtiyojlariga mos ravishda o'zgartirish imkoniyatiga ega. Tadqiqotda transformatsiyalanuvchi konstruksiyalarning asosiy turlari, ularning ishlash prinsiplari, konstruktiv va funksional imkoniyatlari hamda ekologik samaradorligi ko'rib chiqiladi. Shuningdek, kinetik fasadlar, harakatlanuvchi tomlar va transformatsiyalanuvchi makonlarning zamonaviy arxitekturadagi o'rni tahlil qilinadi. Kinetik arxitekturaning kelajakdagi rivojlanishida raqamli boshqaruv, sensorlar, avtomatlashtirish va yangi materiallardan foydalanish muhim omil sifatida baholanadi.

**Kalit so'zlar:** kinetik arxitektura, dinamik bino, transformatsiyalanuvchi konstruksiya, harakatlanuvchi fasad, adaptiv arxitektura, innovatsion konstruksiya, aqlli bino, energiya samaradorligi.

## Kirish

Arxitektura tarixiga nazar tashlanganda, bino ko'pincha o'zining doimiy va o'zgarmas shakli bilan tasavvur qilingan. Devor, tom, fasad va boshqa asosiy elementlar ma'lum bir holatda loyihalanib, binoning butun xizmat muddati davomida deyarli o'zgarmagan. Biroq zamonaviy jamiyatning texnologik rivojlanishi, iqlim o'zgarishlari va inson ehtiyojlarining tez almashishi natijasida bunday yondashuv asta-sekin yangi konsepsiyalar bilan to'ldirilmoqda.

Shunday yo'nalishlardan biri **kinetik arxitektura** bo'lib, unda harakat binoning oddiy mexanik xususiyati emas, balki arxitekturaviy yechimning muhim qismiga aylanadi. Kinetik konstruksiya yordamida bino yoki uning ma'lum bir qismi bukilishi, surilishi, ochilishi, yopilishi, aylanishi yoki boshqa konfiguratsiyaga kelishi mumkin. Ilmiy tadqiqotlarda bunday transformatsiyalar mexanik, pnevmatik, magnit, tabiiy yoki boshqa boshqaruv vositalari orqali amalga oshirilishi mumkinligi ko'rsatiladi. Vrije Universiteit Brussel+1 Bugungi kunda kinetik arxitekturaga bo'lgan qiziqishning asosiy sabablaridan biri binoning tashqi muhitga javob qaytara olishidir. Masalan, fasad quyosh nuri kuchayganda yopilib, yorug'lik kamayganda ochilishi mumkin. Natijada binoning ichki mikroiqlimini boshqarish, tabiiy yorug'likdan foydalanish va energiya sarfini optimallashtirish imkoniyati paydo bo'ladi. So'nggi ilmiy sharhlarda ham adaptiv va dinamik fasadlarning tashqi iqlim sharoitlariga javob berishi hamda ichki muhitni boshqarishga xizmat qilishi asosiy tadqiqot yo'nalishlaridan biri sifatida ko'rsatilgan.


© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

**Kinetik arxitekturaning shakllanishi va mazmuni**

Kinetik arxitektura — binoning shakli yoki konstruktiv elementlarida maqsadli harakatni qo'llashga asoslangan arxitektura yo'nalishidir. Bu yerda "harakat" tushunchasi faqat butun binoning joyini o'zgartirishi bilan cheklanmaydi. Aksincha, bino fasadining ayrim qismlari, tom konstruksiyasi, soyabonlar, devorlar yoki ichki makonlarni ajratuvchi elementlarning transformatsiyasi ham kinetik arxitekturaning tarkibiga kiradi.

Bunday yondashuv arxitekturaga vaqt omilini olib kiradi. Oddiy bino ma'lum bir nuqtadagi shakl bilan tavsiflansa, dinamik bino turli vaqt va sharoitlarda turlicha ko'rinishga ega bo'lishi mumkin. Shu sababli uni faqat "bino" sifatida emas, balki **vaqt davomida o'zgaruvchi tizim** sifatida ko'rish mumkin.



Kinetik konstruksiyalarni tadqiq qiluvchi ilmiy ishlarda ularning tarkibida harakatni ta'minlovchi mexanizm va ushbu mexanizm bilan birgalikda ishlaydigan qoplama yoki "teri" tizimi mavjudligi qayd etiladi. Bunday tizimlar buklanadigan, yig'iladigan, suriladigan va boshqa transformatsiyalanuvchi shakllarda bo'lishi mumkin. Vrije Universiteit Brussel

Shu nuqtai nazardan, kelajak arxitekturasi uchun asosiy masala shunchaki "harakatlanuvchi bino yaratish" emas. Muhim vazifa — **harakatni bino funksiyasi, konstruksiyasi va atrof-muhit bilan o'zaro bog'lash**dir.

**Dinamik konstruksiyalarning asosiy turlari** Dinamik binolarda konstruktiv transformatsiyani bir necha yo'nalishga ajratish mumkin.

Birinchi yo'nalish — **harakatlanuvchi fasadlar**. Bunday fasadlarda panellar yoki boshqa elementlar quyoshning joylashuvi, yorug'lik intensivligi va harorat kabi omillarga javoban o'z holatini o'zgartiradi. Ushbu tizimlar binoning tashqi ko'rinishini ham doimiy ravishda o'zgartirib turadi.Ikkinchi yo'nalish — **transformatsiyalanuvchi tom konstruksiyalari**. Ular sport inshootlari, ko'rgazma zallari, jamoat maydonlari kabi obyektlarda ayniqsa muhimdir. Tomning ochilishi yoki yopilishi bino ichki makonini tashqi muhit bilan bog'lash imkonini beradi.Uchinchi yo'nalish — **ichki makonning transformatsiyasi**. Harakatlanuvchi devorlar, yig'iluvchi qismlar va mobil konstruksiyalar yordamida bitta xona turli funksiyalarga moslashtirilishi mumkin. Masalan, katta zal kundalik foydalanishda bir nechta kichik xonalarga ajratilishi, tadbir vaqtida esa yagona katta makonga aylanishi mumkin.To'rtinchi yo'nalish — **to'liq yoki qisman transformatsiyalanuvchi bino qobig'i**. Bu holatda fasadning katta qismi bino ichidagi mikroiqlimni boshqarish uchun faol ravishda ishlaydi. Zamonaviy tadqiqotlarda bunday adaptiv qobiqlar energiya samaradorligi va tashqi muhitga moslashuvchanlik bilan bog'liq holda keng o'rganilmoqda.



© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

**Harakatlanuvchi fasadlarning arxitekturadagi imkoniyatlari**

Kinetik fasadlar dinamik arxitekturaning eng ko‘p rivojlangan ko‘rinishlaridan biridir. Ularning asosiy vazifasi binoning ichki muhitini tashqi sharoitga moslashtirishdan iborat. Bunda fasad elementlarining harakati oddiy estetik effekt uchun emas, balki yorug‘lik, issiqlik va shamollatish jarayonlarini boshqarish uchun ham xizmat qiladi.Bunga klassik misollardan biri Parijdagi **Institut du Monde Arabe** binosining janubiy fasadidir. Binoning fasadida an’anaviy mashrabiya tamoyilidan ilhomlangan harakatlanuvchi elementlardan foydalanilgan. Institutning rasmiy ma’lumotlariga ko‘ra, janubiy fasadda 240 ta mashrabiya mavjud bo‘lib, ularning diafragma elementlarining bir qismi harakatlanadi. Institut du Monde Arabe



Bu loyiha arxitekturada an’anaviy shakl va zamonaviy texnologiyani birlashtirish mumkinligini ko‘rsatadi. Ya’ni kinetik arxitektura mutlaqo yangi shakllarni yaratish bilangina cheklanmaydi. U tarixiy me’moriy tajribalarni zamonaviy texnika bilan qayta talqin qilish imkonini ham beradi. Keyingi bosqichlarda bunday yondashuv yanada takomillashib, fasad harakatini avtomatik boshqarish tizimlari paydo bo‘ldi. Masalan, **Al Bahar Towers** kabi loyihalarda quyoshdan himoyalanishga xizmat qiluvchi transformatsiyalanuvchi tashqi qobiqdan foydalanilgan. Ilmiy adabiyotlarda Institut du Monde Arabe, Media-TIC va Al Bahar Towers kabi obyektlar adaptiv fasadlarning rivojlanish bosqichlarini ko‘rsatadigan muhim namunalar sifatida tahlil qilingan. Springer Nature Link

**Kinetik konstruksiyalarda texnologiyaning o‘rni** Dinamik arxitekturaning rivojlanishi bevosita mexanika, elektronika, sensor texnologiyalari va raqamli boshqaruv tizimlarining rivojlanishi bilan bog‘liq. Zamonaviy kinetik bino o‘zgaruvchan elementlarning oddiy mexanik yig‘indisi emas, balki bir nechta texnologik tizimlarning o‘zaro aloqasidan tashkil topgan murakkab struktura hisoblanadi.

Bunday tizimning umumiy ishlash prinsipini quyidagicha tasavvur qilish mumkin:

**tashqi muhit → sensor → boshqaruv tizimi → aktuator → harakatlanuvchi konstruksiya → yangi muhit holati.**

Masalan, quyosh nurlanishini aniqlaydigan sensor ma’lum qiymatni qayd etadi. Ushbu ma’lumot boshqaruv tizimiga uzatiladi. Tizim belgilangan algoritm asosida qaror qabul qilib, elektr motor yoki boshqa aktuatorga signal yuboradi. Natijada fasad paneli buriladi yoki yopiladi. Shu bilan birga, kelajakdagi kinetik konstruksiyalar faqat oldindan berilgan algoritmlar asosida emas, balki real vaqt ma’lumotlari asosida moslashishi mumkin. 2025-yilda e’lon qilingan tadqiqotlarda adaptiv fasadlarning mexanik boshqaruvdan raqamli va prognozli boshqaruv tizimlariga tomon rivojlanishi, shuningdek, hisoblash texnologiyalari va sun’iy intellekt bilan integratsiya istiqbollari muhokama qilingan. Springer Nature Link



© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

**Konstruktiv yechimlar va muammolar** Harakatlanuvchi bino yaratishda eng muhim masalalardan biri konstruktiv ishonchlilikdir. Oddiy bino konstruksiyasida yuklarning taqsimlanishi asosan doimiy holat uchun hisoblanadi. Kinetik konstruksiyada esa elementlarning holati o'zgaradi va shu bilan birga yuklarning taqsimlanishi ham o'zgarishi mumkin.

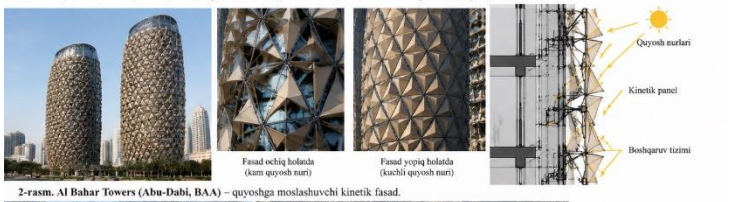
Shuning uchun bunday binolarni loyihalashda quyidagi omillar muhim ahamiyatga ega:

- harakat mexanizmining ishonchliligi;
- konstruktiv elementlarning og'irligi;
- harakat vaqtida hosil bo'ladigan dinamik yuklar;
- birikmalar va sharnirlarning chidamliligi;
- texnik xizmat ko'rsatish imkoniyati;
- avtomatik boshqaruv tizimining xavfsizligi;
- konstruksiya holatining favqulodda vaziyatlarda barqarorligi.

Transformatsiyalanuvchi konstruksiyalar bo'yicha tadqiqotlarda ayniqsa yig'iladigan, qayta ochiladigan va katta deformatsiyaga ega tizimlarning konstruktiv hisoblari murakkabligi ta'kidlanadi. Shu sababli kinetik arxitekturada me'mor, konstruktor, mexanik muhandis, dasturchi va avtomatlashtirish mutaxassislarining hamkorligi zarur. Bino loyihasining dastlabki bosqichidayoq uning harakat mexanizmi, konstruktiv sxemasi va boshqaruv algoritmi birgalikda ko'rib chiqilishi kerak.



1-rasm. Dynamic Tower (Dubai, BAA) – qavatlari mustaqil ravishda aylanuvchi osmoo'par bino (loyiha).



2-rasm. Al Bahar Towers (Abu-Dabi, BAA) – quyoshga moslashuvchi kinetik fasad.



3-rasm. The Shed (Nyu-York, AQSH) – harakatlanuvchi transformatsiyalanuvchi bino.



4-rasm. Allianz Arena (Myunxen, Germaniya) – rangini va yoritilishini o'zgartiruvchi dinamik fasad (pnevmatik tizim).

**Ekologik samaradorlik va kelajak istiqbollari**

Kinetik arxitekturaning eng katta imkoniyatlaridan biri uning ekologik samaradorlik bilan bog'liqligidir. Fasad yoki tom tashqi sharoitga mos ravishda o'zgarishi natijasida quyoshdan keladigan issiqlikni kamaytirish, tabiiy yorug'likdan samarali foydalanish va ichki muhitni barqaror saqlash mumkin.Bu ayniqsa issiq iqlim sharoitida muhimdir. Quyosh radiatsiyasi kuchli bo'lgan va sovitish tizimlariga katta energiya sarflanadigan hududlarda dinamik soyalanish tizimlari binoning energiya samaradorligini oshirishga xizmat qilishi mumkin. Adaptiv qobiqlar bo'yicha tadqiqotlar ham bino qobig'ining tashqi sharoitlarni boshqarishda muhim rol o'ynashini ko'rsatadi. Biroq kinetik arxitekturani avtomatik ravishda "ekologik" deb baholash to'g'ri emas. Harakatlanuvchi mexanizmlarning o'zi ham material, energiya, texnik xizmat va ekspluatatsiya resurslarini talab qiladi. Shuning uchun kelajak loyihalarida nafaqat harakatning mavjudligi, balki **harakatning qanchalik zarur va samarali ekanligi** ham asosiy mezon bo'lishi lozim.

Yangi avlod kinetik konstruksiyalarida yengil materiallar, moslashuvchan kompozitlar va biomimetik mexanizmlardan foydalanish istiqbolli yo'nalishlardan hisoblanadi. Masalan, elastik kinetik



© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

tizimlar bo'yicha tadqiqotlarda o'simliklarning tabiiy harakat mexanizmlaridan ilhomlanish va materialning o'z elastik xususiyatidan foydalanish imkoniyatlari o'rganilmoqda.

**O'zbekiston sharoitida qo'llash imkoniyatlari**

Kinetik arxitektura konsepsiyasini O'zbekiston sharoitida ham qo'llash mumkin. Mamlakatning ko'plab hududlarida yoz oylarida yuqori harorat va kuchli quyosh nurlanishi kuzatilishi sababli binolarning quyoshdan himoyalanishi muhim arxitektura masalalaridan biridir.

Shu nuqtai nazardan, kelajakdagi jamoat va tijorat binolarida harakatlanuvchi soyabonlar, adaptiv fasad panellari, avtomatik boshqariluvchi lamellar va transformatsiyalanuvchi ochiq-yopiq makonlardan foydalanish mumkin.

Bundan tashqari, milliy me'morchilikdagi **ayvon, panjara, ravoq va mashrabiya** kabi elementlarning zamonaviy kinetik texnologiyalar yordamida qayta talqin qilinishi qiziqarli natijalar berishi mumkin. Bunda texnologik yangilik bilan mahalliy me'moriy an'analar o'rtasida uyg'unlik hosil qilinadi.

Masalan, zamonaviy fasad modullari quyosh holatiga qarab ochilib-yopiladigan qilib loyihalansa, ular bir vaqtning o'zida dekorativ, konstruktiv va iqlimiy vazifani bajarishi mumkin. Bu esa kinetik arxitekturani faqat "harakatlanuvchi shakl" emas, balki **iqlimga moslashuvchi me'moriy tizim** sifatida rivojlantirish imkonini beradi.

**Xulosa**

Kinetik va dinamik arxitektura kelajak binolarining shakllanishida yangi imkoniyatlarni yuzaga chiqaradigan yo'nalishlardan biridir. Uning asosiy xususiyati binoni o'zgarmas obyekt sifatida emas, balki vaqt, muhit va inson ehtiyojlariga moslasha oladigan tizim sifatida ko'rishdan iborat.Tahlil shuni ko'rsatadiki, dinamik arxitekturaning imkoniyatlari faqat estetik shakl bilan cheklanmaydi. Harakatlanuvchi fasadlar quyoshdan himoyalanish va tabiiy yorug'likni boshqarishda, transformatsiyalanuvchi tomlar makondan foydalanish samaradorligini oshirishda, mobil ichki konstruksiyalar esa binoning funksional moslashuvchanligini ta'minlashda qo'llanishi mumkin. Kelajakda sensorlar, avtomatlashtirish, raqamli modellashtirish, sun'iy intellekt va yangi materiallarning rivojlanishi kinetik arxitekturaning imkoniyatlarini yanada kengaytirishi mumkin. Biroq bunday binolarni yaratishda texnologik murakkablikning o'zi maqsad bo'lmasligi kerak. Harakat konstruksiyaning funksiyasi, energiya samaradorligi, xavfsizligi va foydalanuvchi ehtiyojlari bilan asoslangan holda qo'llanilishi lozim.

Shunday qilib, **"harakatdagi arxitektura"** kelajak me'morchiligida shakl va funksiyaning yangi munosabatini yaratadi. Bino endilikda faqat ma'lum bir joyni egallab turuvchi statik obyekt emas, balki atrof-muhitni sezuvchi, unga javob beruvchi va zarur holatda o'z konfiguratsiyasini o'zgartira oladigan dinamik tizim sifatida shakllanishi mumkin.

**Foydalanilgan adabiyotlar**

1. De Temmerman, N., Mollaert, M. State of the Art of Kinetic Architecture. Vrije Universiteit Brussel, 2008. Vrije Universiteit Brussel
2. Barozzi, M., Lienhard, J., Zanelli, A., Monticelli, C. The Sustainability of Adaptive Envelopes: Developments of Kinetic Architecture. Procedia Engineering, 2016. SScienceDirect
3. Akgün, Y., Erkarslan, Ö. E., Kavuncuoğlu, C. Tectonics of Kinetic Architecture: Moving Envelope, Changing Space and the Shades of the Shed. Frontiers in Built Environment, 2022. Frontiers



© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

4. Vazquez, E., Correa, D., Poppinga, S. A Review of and Taxonomy for Elastic Kinetic Building Envelopes. Journal of Building Engineering, 2024. ScienceDirect
5. Cocho-Bermejo, A. Adaptive Architectural Facades: Review 1985–2024. Nexus Network Journal, 2025. Springer Nature Link
6. Usman, U., Yaro, A. I., Asfour, O. S. Responsive Building Façades: A Systematic Review of Technologies, Challenges, and Future Directions. Architectural Engineering and Design Management, 2026. Tandfonline
7. Institut du Monde Arabe — Le bâtiment et son histoire. Institut du Monde Arabe, Paris. Institut du Monde Arab



© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.