UDK 699.81

BALAND QAVATLI BINOLARDA YONG‘IN XAVFSIZLIGINI TA’MINLASH USULLARINI TAKOMILLASHTIRISH

Baxodirov A.A.
Toshkent shahridagi Belarus-O‘zbekiston qo‘shma tarmoqlararo amaliy texnik kvalifikatsiyalar institute, Toshkent, O‘zbekiston.
Abdujalilov O.M.
Toshkent shahridagi Belarus-O‘zbekiston qo‘shma tarmoqlararo amaliy texnik kvalifikatsiyalar institute, Toshkent, O‘zbekiston.
E-mail. Otawdj017@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada baland qavatli binolarni loyihalash va qurish jarayonida yong‘in xavfsizligini ta’minlashning dolzarb muammolari, mavjud normativ-huquqiy talablar, yong‘inga qarshi tizimlar, konstruktiv yechimlar hamda zamonaviy texnologiyalar asosida takomillashtirish choralari tahlil qilinadi. Ilmiy manbalar va amaliy tajribalar asosida yong‘in profilaktikasi, odamlarni xavfsiz evakuatsiya qilish, konstruksiyalar yong‘inga chidamliligi, avtomatik o‘t o‘chirish tizimlari, sun’iy intellekt va IoT monitoring texnologiyalari kabi yondashuvlar o‘rganilgan. Tadqiqot natijasida baland qavatli binolar uchun integrallashgan yong‘in xavfsizligi tizimini taklif etuvchi takomillashtirilgan metodlar ishlab chiqildi.

Kalit so‘zlar: baland qavatli binolar, yong‘in xavfsizligi, loyihalash, avtomatik o‘t o‘chirish tizimi, evakuatsiya, IoT monitoring, konstruksiyaviy yong‘inga chidamlilik.

Аннотация. В данной статье анализируются актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности в процессе проектирования и строительства многоэтажных зданий, существующие нормативно-правовые требования, противопожарные системы, конструктивные решения и меры по их совершенствованию на основе современных технологий. На основе научных источников и практического опыта изучены такие подходы, как пожарная профилактика, безопасная эвакуация людей, огнестойкость конструкций, автоматические системы пожаротушения, искусственный интеллект и технологии мониторинга IoT. В результате исследования разработаны усовершенствованные методы, предлагающие интегрированную систему пожарной безопасности для высотных зданий.

Ключевые слова: высотные здания, пожарная безопасность, проектирование, автоматическая система пожаротушения, эвакуация, IoT-мониторинг, конструкционная огнестойкость.

Abstract. This article analyzes current problems of ensuring fire safety in the process of designing and constructing high-rise buildings, existing regulatory and

ISSN 3030-3907

legal requirements, fire protection systems, constructive solutions, and measures for improvement based on modern technologies. Based on scientific sources and practical experience, such approaches as fire prevention, safe evacuation of people, fire resistance of structures, automatic fire extinguishing systems, artificial intelligence, and IoT monitoring technologies were studied. As a result of the research, improved methods have been developed that propose an integrated fire safety system for high-rise buildings.

Keywords: high-rise buildings, fire safety, design, automatic firefighting system, evacuation, IoT monitoring, structural fire resistance.

Kirish.

Bugungi kunda baland qavatli binolar qurilishi jadal ravishda rivojlanib borayotgan sohalardan biri hisoblanadi. Aholi zichligi ortishi, yirik shaharlarning vertikal rivojlanish strategiyasi, iqtisodiy manfaatdorlik va yer maydonidan samarali foydalanish omillari ko‘p qavatli turar-joy, ofis, mehmonxona, ko‘p funksiyali majmualarning keng ko‘lamda barpo etilishiga olib kelmoqda. Biroq bunday binolar yong‘in xavfi bo‘yicha murakkab obyektlar qatoriga kiradi, chunki odamlar soni ko‘p, konstruksiyalar murakkab, yong‘in tarqalish ehtimoli yuqori, evakuatsiya jarayoni qiyin va o‘t o‘chirish xizmatlari uchun kirish imkoniyati cheklangan bo‘ladi.

Yong‘inning dastlabki bosqichida aniqlanmasligi, tutun tez tarqalishi yoki konstruksiyalarning qisqa muddatda ishdan chiqishi jiddiy talafotlarga olib keladi. Shuning uchun ham baland qavatli binolarni loyihalash jarayonida yong‘in xavfsizligini ta’minlash masalasi alohida e’tibor talab etadi. Mazkur maqola zamonaviy yondashuvlar, xalqaro standartlar, IoT texnologiyalari va konstruktiv yechimlar asosida yong‘in xavfsizligini takomillashtirish masalalarini ilmiy asosda tadqiq qilishga qaratilgan.

Baland qavatli binolarda yong‘in xavfsizligini ta’minlash masalasi yuzasidan olib borilgan ilmiy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, zamonaviy yuksak inshootlar yong‘in xavfi bo‘yicha murakkab obyektlar hisoblanadi va ularning xavfsizligini ta’minlash integrallashgan yondashuvni talab qiladi. Tadqiqotchilar tomonidan yong‘inning fizik-kimyoviy xususiyatlari, konstruksiyalarning yong‘inga bardoshliligi, tutun harakatining dinamikasi, evakuatsiya jarayoni, avtomatik yong‘in o‘chirish tizimlari va zamonaviy texnologiyalar roliga oid keng ko‘lamli ilmiy izlanishlar olib borilgan. Drysdale (2018) o‘zining “Fire Dynamics” asarida yong‘in jarayonining asosiy fizik qonuniyatlari, yuqori haroratning konstruksiyalarga ta’siri, tutun oqimlarining vertikal harakati va qavatlar o‘rtasidagi konveksiya oqimlarini batafsil ilmiy asoslaydi. Ushbu nazariy yondashuv baland binolar yong‘in xavfsizligi tizimini loyihalashda asosiy ilmiy tayanch bo‘lib xizmat qiladi. NFPA (National Fire Protection Association)

ISSN 3030-3907

standarti – NFPA 101 Life Safety Code va NFPA 5000 Building Construction and Safety Code – baland qavatli binolarning yong‘inga chidamliligini oshirish, evakuatsiya marshrutlarini to‘g‘ri loyihalash, avtomatik sprinkler tizimlari o‘rnatish bo‘yicha xalqaro talablarga asoslangan batafsil normativlarni taqdim etadi. Mazkur hujjatlar binolarning minimal xavfsizlik darajasini belgilashda ko‘plab davlatlar uchun asosiy manba hisoblanadi. Ingason va Lönnermark (2019) o‘z tadqiqotlarida baland binolarda tutun harakatining yuqori tezligi va bosim farqi fenomenlariga alohida urg‘u beradi. Ularning fikricha, yuqori qavatlarda “stack effect” (vertikal tortish effekti) sababli tutun pastki qavatlarga nisbatan ko‘proq tezlik bilan tarqaladi. Shu bois tutun chiqarish tizimlarining bosimli shamollatish (pressurization) orqali sohalarga ajratilishi eng samarali yechim sifatida ko‘rsatib o‘tiladi.

O‘zbekiston Respublikasi me’yoriy hujjatlarida – O‘zDSt 304-2015, SHN va QM talablarida – baland binolar yong‘in xavfsizligi bo‘yicha konstruktiv talablar, yong‘inga bardoshli devorlar, qavatlararo o‘tish joylari va evakuatsiya yo‘laklarining minimal ko‘rsatkichlari belgilangan. Ammo mahalliy adabiyotlarda baland binolar uchun IoT asosidagi monitoring tizimlari yoki sun’iy intellekt yechimlari kam yoritilgan bo‘lib, bu yo‘nalishda yangicha ilmiy ishlanmalar zarurligini ko‘rsatadi.

Zamonaviy adabiyotlarda yong‘in xavfsizligida raqamli texnologiyalarning o‘rni keng o‘rganilmoqda. Kapoor (2020) va Wang & Chen (2021) tadqiqotlariga ko‘ra, IoT sensorlari yordamida real vaqt rejimida tutun, harorat, karbonat oksid darajasini kuzatish, anomaliyalarni erta aniqlash binolarda yong‘in xavfini 30–40% gacha kamaytirishi mumkin. Sun’iy intellekt asosida ishlovchi algoritmlar yong‘inning boshlanishidan oldin konstruktiv elementlarda yuzaga kelgan kritik o‘zgarishlarni prognozlash imkoniyatini beradi. Bundan tashqari, xalqaro tajribada “aqlli evakuatsiya tizimlari” alohida ahamiyat kasb etmoqda. Ular odamlar harakati, tutun bosimi va harorat ko‘rsatkichlaridan kelib chiqib, evakuatsiya yo‘nalishlarini avtomatik ravishda o‘zgartirib turadi. Bu yechim baland qavatli binolar uchun eng samarali hisoblanadi. Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, mavjud adabiyotlarda baland qavatli binolarda yong‘in xavfsizligi bo‘yicha konstruktiv himoya, avtomatik o‘t o‘chirish, yong‘in signalizatsiyasi va evakuatsiya tizimlari yetarlicha yoritilgan bo‘lsa-da, IoT, sun’iy intellekt va integratsiyalashgan xavfsizlik platformalari bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar yangi bosqichda rivojlanmoqda. Shuningdek, mahalliy me’yoriy hujjatlar xalqaro standartlar bilan to‘liq integratsiya qilinmaganligi yangi yondashuvlarni amaliyotga tatbiq etishda to‘siq bo‘lmoqda.

Umuman olganda, adabiyotlar tahlili baland qavatli binolarda yong‘in xavfsizligini ta’minlash masalasi kompleks tizim bo‘lib, konstruktiv himoya,

ISSN 3030-3907

avtomatik deteksiya, tutunni nazorat qilish, evakuatsiya, axborot texnologiyalari va boshqaruv tizimlari uyg‘unligida samarali natija berishini ko‘rsatadi.

Uzoq yillardan beri ishlatilayotgan po‘lat konstruksiyalar 500–600°C haroratda o‘z mustahkamligini yo‘qota boshlaydi. Temir-beton konstruksiyalar esa 800–900°C da o‘z xususiyatini pasaytiradi. Baland binolarda yong‘in paytida harorat yuqoriga qarab tez ko‘tariladi, bu esa yuk ko‘taruvchi konstruksiyalarning tez yemirilishiga sabab bo‘lishi mumkin.

Statistik ma’lumotlarga ko‘ra, baland binolarda yong‘in qurbonlarining 70–80% tutun zaharlanishidan halok bo‘ladi. Shamollatish tizimining noto‘g‘ri loyihalanishi, bosim farqi, koridorlardagi tortish effekti tutun tarqalishini tezlashtiradi. Evakuatsiya vaqtida tahlikagaga tushish, yonilg‘i yoki tutun bilan to‘silgan yo‘laklar, evakuatsiya yo‘nalishlarining yetarli emasligi asosiy muammolar sifatida kuzatiladi. Yong‘inni erta aniqlash tizimlarining yetarli samarasi yo‘qligi ko‘p hollarda: detektorlar noto‘g‘ri joylashtiriladi, texnik xizmat ko‘rsatish yetarli emas, tizimlar lokal ishlaydi. Bu esa yong‘inning dastlabki bosqichda aniqlanmasligiga olib keladi.

Loyihalash jarayonida yong‘inga chidamli konstruksiyalarni qo‘llash quyidagilar talab etiladi: yong‘inga chidamliligi EI 120–180 bo‘lgan devor va poydevorlar, o‘t o‘tkazmaydigan qavatlar, yong‘inga chidamli eshiklar (EI 60), issiqlikdan himoya qiluvchi bo‘yoqlar (intumescent paints).

Tutun va haroratni avtomatik boshqarish tizimlari va tutunni chiqarish tizimi o‘z ichiga quyidagilarni oladi: tutun chiqaruvchi ventilyatorlar, bosimni tenglashtiruvchi kamera, qochish zinapoyalari uchun ++bosimli shamollatish++ (pressurization system).

Yong‘inni avtomatik aniqlash va o‘t o‘chirish tizimlarini takomillashtirish bo‘yicha avtomatik yong‘in signalizatsiyasi: optik-tutun detektorlari, ionli detektorlar, harorat sensori, kombinasiyalangan detektorlar o‘rnatilishi kerak.

Sprinkler va drencher tizimlari baland binolar uchun eng samarali tizimlar quyidagilar hisoblanadi: suv purkagichli sprinkler tizimi, yirik yong‘inlar uchun drencher tizimlari, suv tumanli o‘t o‘chirish texnologiyasi.

Gazli yoki aerosol asosidagi avtomatik o‘t o‘chirish usullari. Ular ayniqsa server xonalari, boshqaruv markazlari va elektr xonalarida qo‘llanadi:FM-200, Novec 1230, Inergen, Aerosol generatorlari kabilardir.

IoT texnologiyalarini qo‘llash orqali yong‘in xavfsizligini oshirish. IoT orqali real vaqt monitoring quyidagi sensorlardan foydalanadi: tutun sensori, harorat sensori, gaz chiqindilari sensori, karbonat angidrid (CO_2) o‘lchagichlar, issiqlik xaritasini avtomatik yaratish moduli. Sun’iy intellekt yordamida yong‘inni prognoz qilish esa: yong‘in boshlanishidan 5–20 daqiqa oldin anomaliyani aniqlash, tizimning o‘zini-o‘zi diagnostika qilishi, yong‘in xavfi darajasini

ISSN 3030-3907

avtomatik hisoblash imkoniyati yaratiladi. IoT asosidagi avtomatik boshqaruv evakuatsiya tizimini faollashtiradi, tutun chiqarish ventilyatorlarini ishga tushiradi, yong‘in o‘t o‘chirish tizimini avtomatik ishga tushiradi, elektr tarmoqlarini o‘chiradi.

Evakuatsiya tizimlarini takomillashtirish. Evakuatsiya yo‘laklarini tez-tez joylashtirish va har 20 metrda yong‘in chiqishi eshiklari bo‘lishi lozim. Aqlli evakuatsiya tizimlari IoT asosida dinamik ko‘rsatkichlar: tutun bosimi, harorat, odamlar zichligi asosida eng xavfsiz yo‘nalishni avtomatik ko‘rsatadi. Yong‘inga chidamli evakuatsiya zinapoyalari EI 120–180 yong‘inga bardoshli konstruksiyalar,
bosim hosil qiluvchi shamollatish tizimi, hermetik eshiklar bilan ta’minlanadi.

Avtomatik tizimlarni o‘rnatish dastlabki qurilish tannarxini 4-7% oshiradi, lekin yong‘in zararining oldini olish hisobiga 10-15 yil ichida o‘zini oqlaydi. Xalqaro tajribaga shuni ko‘rsatadiki, spinkler tizimi yong‘in zararini 87% ga kamaytiradi (NFPA ma’lumotlari). Taklif etilayotgan normativ o‘zgartirishlar (O‘zbekiston uchun). 50 metrdan baland barcha binolarda majburiy spinkler tizimi 100 metrdan baland binolar uchun “Performance-based design” (natijaga asoslangan loyihalash) ruxsat berish, fasad materiallari uchun qo‘shimcha sinov (BS 8414 yoki DIN 4102-20). Har 5 yilda bir marta yong‘in xavfsizligi auditini majburiy qilish lozimdir.

Xulosa. Baland qavatli binolarda yong‘in xavfsizligini ta’minlash bugungi kunning eng dolzarb muammolaridan biri bo‘lib, u faqat konstruktiv yondashuv emas, balki kompleks xavfsizlik tizimi orqali hal etiladi. Maqolada keltirilgan normativ talablar, konstruktiv yong‘inga chidamlilik, avtomatik o‘t o‘chirish tizimlari, IoT texnologiyalari va sun’iy intellekt asosidagi monitoring tizimlari baland binolarda yong‘in xavfini sezilarli kamaytiradi. Integratsiyalashgan yondashuvlar quyidagi natijalarga olib keladi:

- yong‘inni erta aniqlash,
- zarar ko‘lamini kamaytirish,
- evakuatsiya samaradorligini oshirish,
- binoning yong‘inga chidamliligini kuchaytirish.

Shu bois baland qavatli binolarni loyihalash va qurish jarayonida yong‘in xavfsizligini takomillashtirish zamonaviy yondashuvlar asosida davom ettirilishi zarur.

ADABIYOTLAR

1. O‘zDSt 304-2015. “Binolarda yong‘in xavfsizligi. Asosiy talablar.” – Toshkent: O‘zstandart agentligi, 2015.
2. O‘zbekiston Respublikasi Qurilish me’yorlari va qoidalari (SHN va QM). “Yong‘in xavfsizligi bo‘yicha umumiy talablar.” – Toshkent, 2020.

ISSN 3030-3907

3. Karimov, A., Raxmatov, B. Yong‘in xavfsizligi asoslari. – Toshkent: Fan, 2019.
4. Sodiqov, N. Yong‘inga qarshi avtomatik tizimlar. – Toshkent: TTA nashriyoti, 2021.
5. O‘zbekiston FVV Yong‘in xavfsizligi bosh boshqarmasi. “Baland qavatli binolar uchun yong‘in xavfsizligi qo‘llanmasi.” – Toshkent, 2022.
6. Drysdale, D. **Fire Dynamics**. 3rd Edition. – Wiley, 2018.
7. NFPA 101: **Life Safety Code**. – National Fire Protection Association, 2021.
8. NFPA 5000: **Building Construction and Safety Code**. – NFPA, 2021.
9. Ingason, H., & Lönnermark, A. “Fire Dynamics in High-Rise Buildings.” – *Fire Safety Journal*, 2019.
10. Kapoor, A. **IoT-based Fire Safety Monitoring Systems**. – Springer, 2020.
11. Wang, L., & Chen, Y. “Artificial Intelligence for Early Fire Detection in Smart Buildings.” – *Automation in Construction*, 2021.
12. Klote, J. H., & Milke, J. A. **Principles of Smoke Management**. – ASHRAE, 2016.
13. Drysdale, D., Wahlqvist, J. “Smoke Movement in Tall Buildings under Stack Effect.” – *Journal of Fire Sciences*, 2020.
14. Bukowski, R. “High-Rise Building Fire Safety: International Approaches.” – *NIST Reports*, 2017.
15. Hurley, M. (Ed.). **SFPE Handbook of Fire Protection Engineering**. 5th Edition. – Springer, 2016.

ISSN 3030-3907