

Yog'och qurilish materiallarini yong'inga qarshi kimyoviy ishlov berish texnologiyalari

Baxtiyor Egamnazarovich Xudoyberganov

Toshkent viloyati Favqulodda vaziyatlar Bosh boshqarmasi Nurafshon shahar

Hayot faoliyati xavfsizligi o'quv markazi

Annotatsiya: Mazkur maqolada yog'och qurilish materiallarining yong'inga chidamliligini oshirishda qo'llaniladigan kimyoviy ishlov berish texnologiyalari ilmiy-texnik nuqtai nazardan tahlil qilingan. Yog'ochning fizik-kimyoviy xossalari, uning yonuvchanlik darajasiga ta'sir etuvchi omillar hamda yong'in xavfsizligini ta'minlashda qo'llaniladigan zamonaviy antipiren moddalarining tarkibi, ishlash mexanizmi va samaradorligi yoritilgan. Shuningdek, yog'och konstruksiyalarni shimdirish (impregnatsiya), sirtni qoplash, bosim ostida kimyoviy ishlov berish va intumessent (ko'pik hosil qiluvchi) qoplamalar kabi ilg'or texnologiyalar qiyosiy tahlil qilingan. Tadqiqot davomida turli kimyoviy ishlov usullarining yong'inga chidamlilik ko'rsatkichlari, ekspluatatsion mustahkamligi, ekologik xavfsizligi va iqtisodiy samaradorligi baholangan. Tahlillar natijasida bosim ostida chuqur shimdirish texnologiyasi hamda intumessent qoplamalarning yog'och konstruksiyalarni yong'indan himoya qilishda eng yuqori samaradorlikni ta'minlashi aniqlangan. Maqolada yog'och qurilish materiallarini yong'indan himoya qilish bo'yicha zamonaviy texnologiyalarni amaliyotga joriy etish, yong'in xavfini kamaytirish va bino hamda inshootlarning ekspluatatsion ishonchligini oshirish yuzasidan ilmiy asoslangan tavsiyalar ishlab chiqilgan. Olingan natijalar qurilish sohasi mutaxassislari, yong'in xavfsizligi muhandislari va ilmiy tadqiqotchilar uchun amaliy ahamiyatga ega bo'lib, yong'inga qarshi himoya tizimlarini takomillashtirishga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: yog'och qurilish materiallari, yong'inga qarshi himoya, antipiren moddalar, kimyoviy ishlov berish, impregnatsiya, intumessent qoplama, yong'inga chidamlilik, yong'in xavfsizligi, olovdan himoya, qurilish konstruksiyalari

Fire-resistant chemical treatment technologies of wooden building materials

Bakhtiyor Egamnazarovich Khudoyberganov

Tashkent region Main Department of Emergency Situations Nurafshon city Life

Safety Training Center

Abstract: This article analyzes the chemical treatment technologies used to increase the fire resistance of wooden building materials from a scientific and technical point of view. The physicochemical properties of wood, factors affecting its flammability level, and the composition, mechanism of action and efficiency of modern flame retardants used to ensure fire safety are covered. Also, advanced technologies such as impregnation of wooden structures, surface coating, chemical treatment under pressure and intumescent (foam-forming) coatings were comparatively analyzed. During the study, the fire resistance indicators, operational durability, environmental safety and economic efficiency of various chemical treatment methods were evaluated. The results of the analysis showed that the technology of deep impregnation under pressure and intumescent coatings provide the highest efficiency in protecting wooden structures from fire. The article develops scientifically based recommendations for the implementation of modern technologies for fire protection of wooden building materials, reducing fire risk and increasing the operational reliability of buildings and structures. The results obtained are of practical importance for construction specialists, fire safety engineers and scientific researchers and serve to improve fire protection systems.

Keywords: wooden building materials, fire protection, flame retardants, chemical treatment, impregnation, intumescent coating, fire resistance, fire safety, fire protection, building structures

Kirish

Bugungi kunda dunyo miqyosida qurilish sohasining jadal rivojlanishi natijasida ekologik toza, energiya tejamkor va iqtisodiy jihatdan samarali qurilish materiallariga bo'lgan talab tobora ortib bormoqda. Ana shunday materiallardan biri yog'och bo'lib, u yuqori mustahkamlik, yengillik, issiqlikni yaxshi saqlashi, qayta tiklanadigan tabiiy resurs ekanligi hamda estetik ko'rinishi bilan ajralib turadi. Shu sababli yog'och qurilish materiallari turar joy binolari, jamoat inshootlari, sanoat obyektlari, ko'priklar va boshqa muhandislik inshootlari qurilishida keng qo'llanilmoqda. Biroq yog'ochning asosiy kamchiliklaridan biri uning yuqori darajada yonuvchanligi bo'lib, bu holat yong'in xavfsizligini ta'minlashda muhim muammolarni yuzaga keltiradi.

Yong'inlar natijasida yuzaga keladigan iqtisodiy zarar, insonlar hayoti va sog'lig'iga yetkaziladigan talafotlar hamda atrof-muhitga salbiy ta'sirlar qurilish konstruksiyalarining yong'inga chidamliligini oshirish bo'yicha ilmiy izlanishlarni jadallashtirishni talab etmoqda. Ayniqsa, yog'och konstruksiyalarning yong'in ta'sirida tez alangalanishi, yuqori haroratda mexanik mustahkamligini yo'qotishi va yong'inning tez tarqalishiga sabab bo'lishi ularni samarali himoya qilish texnologiyalarini ishlab chiqish va takomillashtirishni dolzarb masalaga aylantirmoqda.

So'nggi yillarda yog'och materiallarini yong'indan himoya qilish maqsadida turli kimyoviy ishlov berish usullari ishlab chiqildi va amaliyotga joriy etildi. Xususan, antipiren moddalar bilan shimdirish (impregnatsiya), bosim ostida chuqur singdirish, sirtni maxsus yong'inga chidamli bo'yoq va laklar bilan qoplash hamda yuqori harorat ta'sirida ko'pik hosil qiluvchi intumessent qoplamalardan foydalanish keng tarqalgan. Ushbu texnologiyalar yog'ochning alangalanish haroratini oshirish, yonish tezligini kamaytirish, issiqlik ta'sirini cheklash va konstruksiyaning yuk ko'tarish qobiliyatini uzoqroq muddat saqlab qolishga xizmat qiladi.

Kimyo sanoati va materialshunoslik sohasidagi yutuqlar natijasida ekologik xavfsiz, toksikligi past hamda uzoq muddatli himoya xususiyatiga ega bo'lgan yangi avlod antipiren kompozitsiyalari yaratilmoqda. Bunday moddalar tarkibida fosfor, azot, bor va kremniy birikmalari, shuningdek nanozarrachalar asosidagi qo'shimchalar qo'llanilib, ular yog'och yuzasida issiqlikni yomon o'tkazuvchi himoya qatlamini hosil qiladi. Natijada yonish jarayoni sekinlashadi, tutun va zaharli gazlarning ajralishi kamayadi hamda konstruksiyaning yong'inga chidamlilik darajasi sezilarli ravishda oshadi.

Dunyoning rivojlangan mamlakatlarida yog'och konstruksiyalarni yong'indan himoya qilish bo'yicha ilmiy tadqiqotlar zamonaviy laboratoriya sinovlari va xalqaro standartlar asosida olib borilmoqda. Qurilish materiallarining yong'inga chidamliligini baholashda xalqaro standartlar, jumladan ISO, EN va ASTM talablaridan keng foydalanilmoqda. Bu esa qurilish obyektlarining yong'in xavfsizligini oshirish, inson hayotini himoya qilish hamda moddiy zararlarni kamaytirishga xizmat qilmoqda.

O'zbekiston Respublikasida ham qurilish sohasini modernizatsiya qilish, zamonaviy yog'och konstruksiyalarni qo'llash va yong'in xavfsizligini ta'minlash bo'yicha keng ko'lamli islohotlar amalga oshirilmoqda. Biroq yog'och qurilish materiallarini yong'inga qarshi kimyoviy ishlov berish texnologiyalarining samaradorligini ilmiy asosda baholash, mahalliy iqlim sharoitlariga mos himoya vositalarini takomillashtirish hamda ekologik xavfsiz antipiren kompozitsiyalarini ishlab chiqish bo'yicha tadqiqotlarni yanada rivojlantirish zarur.

Mazkur maqolaning maqsadi yog'och qurilish materiallarini yong'inga qarshi kimyoviy ishlov berishning zamonaviy texnologiyalarini ilmiy jihatdan tahlil qilish, ularning ishlash mexanizmlarini, afzallik va kamchiliklarini baholash hamda qurilish amaliyotida eng samarali himoya usullarini aniqlashdan iborat. Tadqiqot natijalari yog'och konstruksiyalarning yong'inga chidamliligini oshirish, yong'in xavfini kamaytirish va qurilish obyektlarining ekspluatatsion ishonchliligini ta'minlash bo'yicha ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqishga xizmat qiladi.

Adabiyotlar sharhi

Yog'och qurilish materiallarini yong'indan himoya qilish masalasi so'nggi o'n yilliklarda qurilish materialshunosligi, yong'in xavfsizligi va kimyo texnologiyasi sohalarida olib borilayotgan ilmiy tadqiqotlarning ustuvor yo'nalishlaridan biriga aylandi. Yog'och tabiiy, ekologik toza va qayta tiklanadigan qurilish materiali bo'lishiga qaramasdan, uning yuqori darajadagi yonuvchanligi keng ko'lamda qo'llanilishiga ma'lum darajada to'sqinlik qiladi. Shu sababli dunyoning ko'plab ilmiy markazlarida yog'ochning yong'inga chidamliligini oshirishga qaratilgan innovatsion kimyoviy ishlov berish texnologiyalari ishlab chiqilmoqda va takomillashtirilmoqda.

Ilmiy manbalarda yog'ochning yonish jarayoni murakkab fizik-kimyoviy hodisa sifatida tavsiflanadi. Harorat 200–300 °C ga yetganda yog'och tarkibidagi gemitsellyuloza, selluloza va lignin termik parchalanishni boshlaydi. Natijada yonuvchi gazlar ajralib chiqadi va kislorod bilan reaksiyaga kirishib alangalanish sodir bo'ladi. Haroratning yanada ortishi yonish jarayonini tezlashtirib, konstruksiyaning mexanik mustahkamligini keskin pasaytiradi. Shu sababli zamonaviy yong'inga qarshi himoya vositalarining asosiy vazifasi termik parchalanish jarayonini sekinlashtirish, yonuvchi gazlar hosil bo'lishini kamaytirish va yog'och yuzasida issiqlikni izolyatsiya qiluvchi himoya qatlamini hosil qilishdan iborat.

Xalqaro tadqiqotlarda yog'ochni yong'indan himoya qilishning eng samarali usullaridan biri sifatida antipiren moddalar bilan kimyoviy ishlov berish e'tirof etiladi. Antipirenlar yog'och tarkibiga singdirilganda yoki uning yuzasiga qoplama sifatida surtilganda yonish reaksiyalarining kinetikasini o'zgartirib, alangalanish haroratini oshiradi va yonish tezligini kamaytiradi. Tadqiqotlar fosforli, azotli, borli va kremniyli birikmalar asosidagi antipirenlarning yuqori samaradorligini ko'rsatmoqda. Ayniqsa, fosfor-ammoniy tuzlari hamda bor kislotasi va boraks asosidagi kompozitsiyalar yog'ochning yong'inga chidamliligini sezilarli darajada oshirishi aniqlangan.

So'nggi yillarda ekologik xavfsiz va galogensiz antipiren moddalarni yaratish bo'yicha ilmiy izlanishlar jadallashdi. Ilgari keng qo'llanilgan brom va xlor asosidagi antipirenlarning ayrim turlari yonish vaqtida zaharli gazlar ajratishi sababli ulardan foydalanish cheklanmoqda. Shu bois olimlar biologik parchalanadigan, toksikligi past va atrof-muhitga zarar yetkazmaydigan yangi avlod yong'inga qarshi kompozitsiyalarni ishlab chiqishga alohida e'tibor qaratmoqdalar. Bugungi kunda fosfor-azot sinergiyasiga asoslangan moddalar, nano-kremniy dioksid, grafen oksidi va boshqa nanomateriallar qo'shilgan kompozitsiyalar istiqbolli yo'nalish sifatida baholanmoqda.

Adabiyotlarda yog'ochni kimyoviy himoyalashning bir necha texnologik usullari tavsiflangan. Eng oddiy usul cho'tka yoki purkagich yordamida sirtga ishlov

berish bo'lib, u iqtisodiy jihatdan qulay bo'lsa-da, himoya qatlamining xizmat muddati nisbatan qisqa hisoblanadi. Chuqur shimdirish (impregnatsiya) texnologiyasi esa yog'och tolalari orasiga antipiren eritmalarining kirib borishini ta'minlaydi va himoya samaradorligini oshiradi. Eng yuqori natija vakuum-bosim usulida amalga oshiriladigan ishlov berishda kuzatiladi. Ushbu texnologiyada yog'ochning ichki kapillyar tuzilmasi antipiren bilan to'liq to'ldiriladi, natijada yong'inga chidamlilik darajasi bir necha barobar ortadi.

Ilmiy manbalarda intumessent qoplamalar alohida o'rin egallaydi. Bunday qoplamalar yuqori harorat ta'sirida bir necha o'n barobar kengayib, ko'pik ko'rinishidagi uglerodli himoya qatlamini hosil qiladi. Ushbu qatlam issiqlik oqimini kamaytiradi, kislorodning yog'och yuzasiga yetib borishini cheklaydi va konstruksiyaning qizishini sekinlashtiradi. Tadqiqotlar intumessent qoplamalar yordamida yog'och konstruksiyalarining yong'inga chidamlilik chegarasini sezilarli darajada oshirish mumkinligini ko'rsatmoqda.

Nanotexnologiyalar asosidagi antipiren tizimlari ham ilmiy adabiyotlarda istiqbolli yo'nalish sifatida ko'rib chiqilmoqda. Nanozarrachalar yog'och yuzasida zich va bir tekis himoya qatlamini hosil qilib, issiqlik almashinuvini kamaytiradi hamda yonish mahsulotlarining ajralishini cheklaydi. Shu bilan birga, bunday qoplamalar mexanik mustahkamlikni, namlikka va biologik omillarga chidamlilikni ham oshirishi qayd etilgan.

Mahalliy va xorijiy olimlarning tadqiqotlari shuni ko'rsatadiki, antipiren moddalar samaradorligi ularning kimyoviy tarkibi, yog'och turi, namlik darajasi, shimdirish chuqurligi va ekspluatatsiya sharoitlariga bevosita bog'liq. Shu sababli yong'inga qarshi himoya vositasini tanlashda faqat laboratoriya sinovlari natijalari emas, balki qurilish obyektining foydalanish sharoiti, iqlim xususiyatlari va iqtisodiy samaradorlik ham inobatga olinishi lozim.

Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, yog'och konstruksiyalarni yong'indan himoya qilish bo'yicha sezilarli ilmiy yutuqlarga erishilgan bo'lsa-da, uzoq muddat xizmat qiladigan, ekologik xavfsiz, namlikka chidamli va iqtisodiy jihatdan maqbul antipiren kompozitsiyalarini yaratish dolzarb ilmiy muammo bo'lib qolmoqda. Ayniqsa, O'zbekistonning keskin kontinental iqlim sharoitida yuqori harorat, quyosh nurlanishi va mavsumiy namlik o'zgarishlariga bardosh bera oladigan yong'inga qarshi himoya texnologiyalarini ishlab chiqish bo'yicha tadqiqotlarni kengaytirish zarur. Mazkur yo'nalishda olib boriladigan ilmiy izlanishlar yog'och qurilish materiallarining yong'inga chidamliligini oshirish, qurilish obyektlari xavfsizligini ta'minlash hamda yong'in oqibatida yuzaga keladigan iqtisodiy va ekologik zararlarni kamaytirishga xizmat qiladi.

Tadqiqot metodologiyasi

Mazkur tadqiqotda yog'och qurilish materiallarini yong'inga qarshi kimyoviy ishlov berish texnologiyalarining samaradorligini ilmiy asosda baholash hamda ularning yong'inga chidamlilik ko'rsatkichlariga ta'sirini aniqlash maqsadida kompleks tadqiqot metodologiyasidan foydalanildi. Tadqiqot nazariy tahlil, qiyosiy tahlil, laboratoriya sinovlari natijalarini umumlashtirish va statistik ma'lumotlarni tahlil qilish usullariga asoslandi.

Tadqiqotning birinchi bosqichida yog'och konstruksiyalarni yong'indan himoya qilish bo'yicha mahalliy va xorijiy ilmiy adabiyotlar tizimli ravishda o'rganildi. Xususan, yong'in xavfsizligi, qurilish materiallari kimyosi va materialshunoslik yo'nalishlarida chop etilgan ilmiy maqolalar, monografiyalar, xalqaro standartlar hamda me'yoriy hujjatlar tahlil qilindi. Olingan ma'lumotlar asosida yog'ochning yonish mexanizmi, termik parchalanish jarayonlari, antipiren moddalarining ta'sir mexanizmi va zamonaviy kimyoviy ishlov berish texnologiyalari bo'yicha ilmiy qarashlar umumlashtirildi.

Ikkinchi bosqichda yog'och materiallarini yong'inga qarshi himoya qilishda qo'llaniladigan asosiy texnologiyalar qiyosiy tahlil qilindi. Tahlil obyekti sifatida sirtga ishlov berish usuli, shimdirish (impregnatsiya) texnologiyasi, vakuum-bosim ostida chuqur singdirish usuli hamda intumessent (ko'pik hosil qiluvchi) qoplamalar tanlandi. Har bir texnologiya yong'inga chidamlilik darajasi, himoya muddatining davomiyligi, ekspluatatsion ishonchliligi, ekologik xavfsizligi, iqtisodiy samaradorligi va amaliy qo'llash imkoniyatlari bo'yicha baholandi.

Tadqiqot davomida yog'ochning yong'inga chidamliligiga ta'sir etuvchi asosiy omillar ham tahlil qilindi. Jumladan, yog'och turi, zichligi, namlik darajasi, antipiren eritmasining konsentratsiyasi, kimyoviy moddaning yog'och tolalariga singish chuqurligi, ishlov berish usuli hamda ekspluatatsiya muhiti asosiy baholash mezonlari sifatida qabul qilindi. Ushbu omillarning har biri yong'inga qarshi himoya samaradorligiga qanday ta'sir ko'rsatishi ilmiy manbalar asosida tahlil qilindi.

Kimyoviy ishlov berish texnologiyalarining samaradorligini baholashda yong'in xavfsizligi sohasida qo'llaniladigan asosiy texnik ko'rsatkichlardan foydalanildi. Jumladan, alangalanish harorati, yonish davomiyligi, olovning tarqalish tezligi, massa yo'qotilishi, ko'mirlashish chuqurligi, tutun hosil bo'lish darajasi va konstruksiyaning yuk ko'tarish qobiliyatini saqlab qolish muddati asosiy mezonlar sifatida tanlandi. Mazkur ko'rsatkichlar turli ilmiy tadqiqotlarda e'lon qilingan eksperimental natijalar hamda xalqaro standartlar talablari asosida qiyosiy tahlil qilindi.

Tadqiqotda xalqaro me'yoriy hujjatlar va sinov standartlaridan metodologik asos sifatida foydalanildi. Xususan, yog'och materiallarining yong'in xavfini baholash, olov ta'siriga chidamlilikni aniqlash hamda qurilish konstruksiyalarining yong'inbardoshlik ko'rsatkichlarini sinash bo'yicha ISO, EN va ASTM standartlarida

tavsiya etilgan usullar tahlil qilindi. Ushbu standartlarda belgilangan sinov mezonlari zamonaviy antipiren texnologiyalarining samaradorligini baholash uchun asosiy metodologik mezon sifatida qabul qilindi.

Tadqiqot natijalarini qayta ishlash va umumlashtirish jarayonida qiyosiy tahlil, mantiqiy umumlashtirish va statistik tavsiflash usullaridan foydalanildi. Olingan natijalar jadval va grafik ko'rinishida tizimlashtirilib, turli kimyoviy ishlov berish texnologiyalarining afzallik va kamchiliklari o'zaro taqqoslandi. Baholash mezonlari asosida eng samarali texnologiyalar aniqlanib, ularning qurilish amaliyotida qo'llash istiqbollari yuzasidan ilmiy xulosalar shakllantirildi.

Tadqiqotning ishonchliligi xalqaro ilmiy nashrlarda e'lon qilingan eksperimental tadqiqotlar, amaldagi me'yoriy hujjatlar va zamonaviy ilmiy ishlanmalarni o'zaro solishtirish orqali ta'minlandi. Natijalarning obyektivligini oshirish maqsadida turli mamlakatlarda o'tkazilgan ilmiy tadqiqotlar natijalari qiyosiy tahlil qilinib, ularning o'xshash va farqli jihatlari aniqlandi. Shuningdek, yog'och qurilish materiallarini yong'inga qarshi himoya qilish bo'yicha ilg'or texnologiyalarni O'zbekiston sharoitida qo'llash imkoniyatlari ham ilmiy nuqtai nazardan baholandi.

Mazkur metodologik yondashuv yog'och qurilish materiallarini yong'inga qarshi kimyoviy ishlov berish texnologiyalarining samaradorligini har tomonlama baholash, ularning texnik va iqtisodiy afzalliklarini aniqlash hamda qurilish amaliyotida qo'llash bo'yicha ilmiy asoslangan tavsiyalar ishlab chiqish imkonini berdi. Tadqiqot metodologiyasi asosida olingan natijalar yog'och konstruksiyalarning yong'inga chidamliligini oshirish, yong'in xavfini kamaytirish va zamonaviy yong'indan himoya qilish texnologiyalarini takomillashtirish bo'yicha keyingi ilmiy izlanishlar uchun metodik asos bo'lib xizmat qiladi.

Yog'ochning yonish xususiyatlari va yong'inga qarshi kimyoviy ishlov berish texnologiyalari

Yog'och qurilish sanoatida eng ko'p qo'llaniladigan tabiiy materiallardan biri bo'lib, yuqori mexanik mustahkamligi, nisbatan yengilligi, issiqlikni yaxshi saqlashi, ishlov berish qulayligi va ekologik tozaligi bilan ajralib turadi. Biroq uning asosiy kamchiligi yuqori darajadagi yonuvchanligi hisoblanadi. Yog'och organik moddalardan tashkil topganligi sababli yuqori harorat ta'sirida tez alanganadi va yonish jarayoni davomida katta miqdorda issiqlik hamda yonuvchi gazlar ajratadi. Shu sababli yog'och konstruksiyalarning yong'inga chidamliligini oshirish zamonaviy qurilish texnologiyalarining muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi.

Yog'ochning kimyoviy tarkibi asosan selluloza (40-50%), gemitsellyuloza (20-30%) va lignin (20-30%)dan iborat. Bundan tashqari, uning tarkibida ekstraktiv moddalar, smolalar, yog'lar va mineral elementlar ham mavjud. Aynan ushbu organik komponentlar yuqori harorat ta'sirida termik parchalanishga uchrab, yonuvchi gazlar hosil qiladi. Yog'ochning zichligi, namligi, daraxt turi, tolalarning yo'nalishi va

kimyoviy tarkibi uning alangalanish tezligi hamda yonish davomiyligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi.

Yog'ochning yonish jarayoni bir necha bosqichlarda kechadi. Dastlab 100-150°C harorat oralig'ida yog'och tarkibidagi namlik bug'lanadi. Harorat 200–300°C ga yetganda selluloza va gemitsellyulozaning termik parchalanishi boshlanib, metan, vodorod, uglerod oksidi va boshqa uchuvchan gazlar ajralib chiqadi. Harorat 300 °C dan yuqori bo'lganda ushbu gazlar kislorod bilan reaksiyaga kirishib alangalanadi. 400–600 °C oralig'ida yonish jarayoni jadallashadi va konstruksiyaning yuk ko'tarish qobiliyati sezilarli darajada kamayadi. Yonish davomida yog'och yuzasida ko'mir qatlaminig hosil bo'lishi issiqlikning ichki qatlamlarga o'tishini qisman sekinlashtiradi, biroq uzoq muddatli yong'in ta'sirida bu himoya qatlaminig samaradorligi pasayadi.

Yog'ochning yonuvchanligiga ta'sir qiluvchi omillar orasida namlik darajasi alohida ahamiyatga ega. Namligi yuqori bo'lgan yog'ochning alangalanishi ko'proq vaqt talab qiladi, chunki dastlab namlik bug'lanishi uchun issiqlik sarflanadi. Biroq yog'och qurigan sari uning alangalanish ehtimoli ortadi. Bundan tashqari, yog'ochning zichligi va g'ovakligi ham yonish tezligiga ta'sir qiladi. Zich yog'och turlari sekinroq yonadi, ammo yuqori harorat ta'sirida uzoq vaqt davomida ichki qatlamlarda issiqlikni saqlab qolishi mumkin.

Yong'in xavfini kamaytirish maqsadida yog'och materiallariga yong'inga qarshi kimyoviy ishlov berish usullari qo'llaniladi. Ushbu texnologiyalarning asosiy vazifasi yog'ochning alangalanish haroratini oshirish, yonish tezligini kamaytirish, issiqlik ta'sirini cheklash va konstruksiyaning yong'inga chidamlilik muddatini uzaytirishdan iborat. Kimyoviy ishlov natijasida yog'och yuzasida yoki ichki tuzilishida himoya qatlami hosil bo'lib, u kislorodning kirib borishini cheklaydi hamda yonuvchi gazlar ajralishini kamaytiradi.

Yog'ochni yong'inga qarshi himoya qilishning eng keng tarqalgan usullaridan biri antipiren moddalar bilan shimdirish (impregnatsiya) hisoblanadi. Mazkur texnologiyada yog'och maxsus kimyoviy eritmalar bilan ishlanadi. Antipiren moddalar yog'och tolalariga singib, termik parchalanish jarayonini sekinlashtiradi va ko'mir qatlaminig tezroq hosil bo'lishiga yordam beradi. Natijada yog'ochning alangalanish harorati ortadi, olovning tarqalish tezligi kamayadi hamda yong'in vaqtida ajraladigan tutun va zaharli gazlar miqdori qisqaradi.

Sirtga ishlov berish texnologiyasi amaliyotda eng sodda va iqtisodiy jihatdan qulay usullardan biri hisoblanadi. Bu usulda yog'och yuzasiga yong'inga chidamli bo'yoqlar, laklar yoki maxsus himoya eritmaları cho'tka, valik yoki purkagich yordamida surtiladi. Mazkur qoplamalar yog'och yuzasini qisqa muddatli yong'in ta'siridan himoya qiladi, biroq mexanik shikastlanishlar va atmosfera omillari ta'sirida himoya xususiyati vaqt o'tishi bilan kamayishi mumkin. Shu sababli tashqi muhitda

foydalaniladigan konstruksiyalarda qoplamani davriy ravishda yangilab turish talab etiladi.

Eng samarali texnologiyalardan biri vakuum-bosim ostida chuqur shimdirish usuli hisoblanadi. Ushbu texnologiyada avvalo yog'och tarkibidagi havo vakuum yordamida chiqarib yuboriladi, so'ngra yuqori bosim ostida antipiren eritmasi yog'ochning kapillyar tuzilishiga chuqur singdiriladi. Natijada himoya moddalari nafaqat yuzada, balki yog'ochning ichki qatlamlarida ham bir tekis taqsimlanadi. Bu usul yog'ochning xizmat muddatini uzaytiradi, namlik va biologik zararlanishlarga chidamliligini oshiradi hamda yong'inga qarshi himoya samaradorligini sezilarli darajada yaxshilaydi.

So'nggi yillarda intumessent qoplamalar yong'indan himoya qilishning eng istiqbolli texnologiyalaridan biri sifatida keng qo'llanilmoqda. Ushbu qoplamalar yuqori harorat ta'sirida 20–50 barobar kengayib, ko'pikli uglerodli himoya qatlamini hosil qiladi. Hosil bo'lgan qatlam issiqlik oqimini keskin kamaytiradi, kislorodning yog'och yuzasiga kirishini cheklaydi va termik parchalanish jarayonini sekinlashtiradi. Natijada yog'och konstruksiyasining yong'inga chidamlilik muddati sezilarli ravishda ortadi va evakuatsiya hamda yong'inni o'chirish uchun qo'shimcha vaqt yaratiladi.

Kimyoviy ishlov berishda qo'llaniladigan antipiren moddalar tarkibiga qarab fosforli, azotli, borli, kremniyli va kompleks kompozitsiyalarga bo'linadi. Fosforli birikmalar yuqori harorat ta'sirida ko'mir qatlamining hosil bo'lishini tezlashtiradi. Azotli moddalar yonmaydigan gazlar ajratib, kislorod konsentratsiyasini kamaytiradi. Bor birikmalari yog'ochning biologik chidamliligini ham oshiradi, kremniy asosidagi moddalar esa yuqori haroratga bardoshli himoya qatlami hosil qiladi. Hozirgi kunda ushbu komponentlarning kombinatsiyasidan tashkil topgan kompleks antipiren tizimlari yuqori samaradorlikka ega bo'lib, qurilish amaliyotida keng qo'llanilmoqda.

Nanotexnologiyalar asosidagi yong'inga qarshi qoplamalar ham istiqbolli yo'nalish hisoblanadi. Nanozarrachalar yog'och yuzasida mustahkam va zich himoya qatlami hosil qilib, issiqlik o'tkazuvchanligini kamaytiradi hamda qoplamaning mexanik va atmosfera ta'sirlariga chidamliligini oshiradi. Bunday qoplamalar uzoq muddat xizmat qilishi, ekologik xavfsizligi va yuqori yong'inga chidamlilik ko'rsatkichlari bilan an'anaviy antipirenlardan ustunlik qiladi.

Shunday qilib, yog'ochning yonish xususiyatlarini chuqur o'rganish va zamonaviy kimyoviy ishlov berish texnologiyalarini qo'llash qurilish obyektlarining yong'in xavfsizligini ta'minlashning eng muhim shartlaridan biridir. Chuqur shimdirish texnologiyasi, intumessent qoplamalar hamda yangi avlod ekologik xavfsiz antipiren kompozitsiyalaridan foydalanish yog'och konstruksiyalarning yong'inga chidamliligini sezilarli darajada oshiradi, yong'inning tarqalishini

sekinlashtiradi va inson hayoti hamda moddiy boyliklarni ishonchli himoya qilish imkonini yaratadi.

Zamonaviy antipiren moddalar va ularning samaradorligi

Qurilish sanoatining jadal rivojlanishi yog'och konstruksiyalardan foydalanish hajmining ortishiga olib kelmoqda. Shu bilan birga, yog'in xavfsizligini ta'minlash maqsadida yog'och materiallarining yonuvchanligini kamaytiruvchi yangi avlod antipiren moddalarini ishlab chiqish va amaliyotga joriy etish dolzarb ilmiy yo'nalishlardan biriga aylandi. Zamonaviy antipirenlar yog'ochning fizik-mexanik xossalari saqlab qolgan holda uning alangalanish haroratini oshirish, yonish tezligini kamaytirish va olovning tarqalishini cheklashga xizmat qiladi.

Kimyoviy tarkibiga ko'ra antipiren moddalar fosforli, azotli, borli, kremniyli, mineral va kompozit guruhlarga bo'linadi. Fosforli antipirenlar yuqori harorat ta'sirida fosfor kislotasi hosil qilib, yog'och yuzasida ko'mir qatlaminin shakllanishini tezlashtiradi. Ushbu qatlam issiqlikni yomon o'tkazishi sababli ichki qatlamlarning qizishini sekinlashtiradi. Azotli antipirenlar parchalanish jarayonida azot va ammiak kabi yonmaydigan gazlarni ajratib chiqaradi, natijada kislorod konsentratsiyasi kamayadi va alangalanish jarayoni sustlashadi.

Bor birikmalari asosidagi antipirenlar yog'indan himoya qilish bilan bir qatorda yog'ochni zamburug'lar, mog'or va hasharotlardan ham himoya qiladi. Shu sababli ular tashqi muhit sharoitida ishlatiladigan yog'och konstruksiyalarda keng qo'llaniladi. Kremniy asosidagi kompozitsiyalar esa yuqori harorat ta'sirida mustahkam silikat qatlam hosil qilib, issiqlik oqimini kamaytiradi va konstruksiyaning yog'inga chidamliligini oshiradi.

So'nggi yillarda ekologik xavfsiz, galogensiz antipiren moddalar ishlab chiqishga alohida e'tibor qaratilmoqda. Brom va xlor birikmalari asosidagi ayrim an'anaviy antipirenlar yonish vaqtida toksik gazlar ajratishi sababli ularning o'rnini fosfor-azot sinergiyasiga asoslangan kompozitsiyalar, nano-kremniy dioksid, grafen oksidi, montmorillonit nanogillari va boshqa zamonaviy materiallar egallamoqda. Ushbu moddalar yuqori samaradorligi, past toksikligi hamda uzoq muddatli himoya xususiyatlari bilan ajralib turadi.

Intumessent qoplamalar zamonaviy antipiren texnologiyalarining eng istiqbolli yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Yuqori harorat ta'sirida ular bir necha o'n barobar kengayib, ko'pik ko'rinishidagi uglerodli himoya qatlamini hosil qiladi. Ushbu qatlam yog'och yuzasini issiqlik ta'siridan himoya qiladi, kislorodning kirishini cheklaydi va konstruksiyaning yog'inga chidamlilik vaqtini sezilarli darajada uzaytiradi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, intumessent qoplamalar qo'llanilgan yog'och konstruksiyalar yog'in sharoitida o'z yuk ko'tarish qobiliyatini oddiy yog'ochga nisbatan ancha uzoq muddat saqlab qoladi.

Nanotexnologiyalar asosidagi antipirenlar ham ilmiy tadqiqotlarning istiqbolli yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Nanozarrachalar yog'och yuzasida zich himoya qatlami hosil qilib, issiqlik o'tkazuvchanligini kamaytiradi, qoplamaning mexanik mustahkamligini oshiradi va atmosfera ta'siriga chidamliligini yaxshilaydi. Bunday kompozitsiyalar kelajakda yog'och konstruksiyalarni yong'indan himoya qilishning eng samarali vositalaridan biri bo'lishi kutilmoqda.

Tadqiqot natijalari va tahlil

Mazkur tadqiqot doirasida mahalliy va xorijiy ilmiy manbalar, laboratoriya sinovlari bo'yicha e'lon qilingan natijalar hamda amaldagi xalqaro standartlar asosida yog'ochni yong'inga qarshi himoya qilish texnologiyalarining samaradorligi qiyosiy tahlil qilindi. Tahlil natijalari shuni ko'rsatdiki, kimyoviy ishlov berilmagan yog'och konstruksiyalar yong'in ta'sirida tez alangalanadi va qisqa vaqt ichida mexanik mustahkamligini yo'qotadi. Kimyoviy ishlov berilgan namunalarda esa alangalanish va olovning tarqalish tezligi sezilarli darajada kamayadi.

Qiyosiy tahlil shuni ko'rsatdiki, sirtga surtiladigan yong'inga chidamli bo'yoq va laklar qisqa muddatli himoyani ta'minlaydi, biroq namlik va mexanik ta'sirlar ostida ularning samaradorligi vaqt o'tishi bilan pasayadi. Chuqur shimdirish (impregnatsiya) texnologiyasi esa antipirenning yog'och tolalariga chuqur singishini ta'minlagani sababli uzoq muddatli va barqaror himoya hosil qiladi.

Vakuum-bosim usulida ishlov berilgan yog'och namunalarda yong'inga chidamlilik ko'rsatkichlari eng yuqori bo'lib, antipiren moddalarining bir tekis taqsimlanishi natijasida alangalanish va ko'mirlanish jarayoni sezilarli darajada sekinlashishi kuzatilgan. Ushbu texnologiya sanoat va fuqarolik qurilishida foydalaniladigan yuk ko'taruvchi yog'och konstruksiyalar uchun eng maqbul usullardan biri sifatida baholanadi.

Intumessent qoplamalar bilan himoyalangan yog'och yuzasida yuqori harorat ta'sirida hosil bo'ladigan ko'pik qatlam issiqlik oqimini sezilarli kamaytiradi. Natijada konstruksiyaning ichki qismi uzoqroq muddat davomida qizimaydi va uning yuk ko'tarish qobiliyati saqlanib qoladi. Ushbu xususiyat favqulodda vaziyatlarda odamlarni xavfsiz evakuatsiya qilish va yong'inni bartaraf etish uchun qo'shimcha vaqt yaratadi.

Qiyosiy tahlil natijalariga ko'ra, fosfor va azot asosidagi kompleks antipiren kompozitsiyalari yong'inga qarshi himoya samaradorligi, ekologik xavfsizligi va ekspluatatsion barqarorligi bo'yicha eng yuqori natijalarni ko'rsatmoqda. Nanozarrachalar qo'shilgan kompozitsiyalar esa qoplamaning mexanik mustahkamligini oshirishi va atmosfera ta'siriga chidamliligini yaxshilashi bilan ajralib turadi.

O'zbekistonning keskin kontinental iqlim sharoitini hisobga olgan holda, tashqi muhitda foydalaniladigan yog'och konstruksiyalar uchun namlikka, ultrabinafsha

nurlanishiga va haroratning keskin o'zgarishlariga bardoshli kompleks antipiren tizimlarini qo'llash maqsadga muvofiqdir. Ichki konstruksiyalarda esa ekologik xavfsiz, galogensiz va past toksiklikka ega intumessent qoplamalardan foydalanish yuqori samaradorlikni ta'minlaydi.

Umuman olganda, olib borilgan qiyosiy tahlillar zamonaviy antipiren texnologiyalarining yog'och konstruksiyalar yong'in xavfsizligini sezilarli darajada oshirishini ko'rsatdi. Ayniqsa, vakuum-bosim ostida chuqur shimdirish usuli hamda intumessent qoplamalar yong'inga chidamlilik, xizmat muddati va ekspluatatsion ishonchlilik bo'yicha eng samarali texnologiyalar sifatida baholandi. Mazkur natijalar yog'och qurilish materiallarini himoya qilish tizimini takomillashtirish va zamonaviy qurilish amaliyotida qo'llash bo'yicha ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqish uchun muhim asos bo'lib xizmat qiladi.

Xulosa

Mazkur tadqiqotda yog'och qurilish materiallarini yong'inga qarshi kimyoviy ishlov berish texnologiyalarining ilmiy asoslari, ularning ishlash mexanizmlari hamda yong'in xavfsizligini ta'minlashdagi samaradorligi tahlil qilindi. Tadqiqot natijalari yog'ochning yuqori darajada yonuvchanligi uning qurilish sohasida keng qo'llanilishiga ma'lum darajada cheklov qo'yishini, biroq zamonaviy kimyoviy himoya texnologiyalaridan foydalanish orqali ushbu kamchilikni sezilarli darajada kamaytirish mumkinligini ko'rsatdi.

Adabiyotlar tahlili va qiyosiy baholash natijalari asosida antipiren moddalar yog'ochning alanganish haroratini oshirishi, olovning tarqalish tezligini kamaytirishi, issiqlik ta'sirini cheklashi hamda konstruksiyalarning yong'inga chidamlilik muddatini uzaytirishi aniqlandi. Ayniqsa, fosfor-azot asosidagi kompleks antipirenlar, vakuum-bosim ostida chuqur shimdirish texnologiyasi hamda intumessent qoplamalar yong'inga qarshi himoya samaradorligi bo'yicha eng yuqori natijalarni namoyon etishi qayd etildi.

Tahlillar shuni ko'rsatdiki, yong'inga qarshi ishlov berish texnologiyasini tanlashda yog'och turi, konstruksiyaning vazifasi, ekspluatatsiya muhiti, namlik darajasi, iqtisodiy samaradorlik va ekologik xavfsizlik kabi omillarni kompleks ravishda hisobga olish zarur. Tashqi muhit sharoitida foydalaniladigan yog'och konstruksiyalar uchun chuqur shimdirish texnologiyasi, ichki konstruksiyalar uchun esa ekologik xavfsiz intumessent qoplamalar eng maqbul yechim hisoblanadi.

Shuningdek, zamonaviy nanokompozit antipirenlar va galogensiz yong'inga qarshi himoya vositalari kelajakda ushbu yo'nalishning eng istiqbolli texnologiyalaridan biri bo'lishi mumkinligi aniqlandi. Ularning qo'llanilishi nafaqat yong'inga chidamlilikni oshiradi, balki atrof-muhitga salbiy ta'sirni kamaytirish, inson salomatligini muhofaza qilish va barqaror qurilish tamoyillarini rivojlantirishga ham xizmat qiladi.

O‘zbekiston Respublikasida yog‘och konstruksiyalardan foydalanish hajmi ortib borayotganligi sababli mahalliy xomashyolar asosida yuqori samaradorlikka ega bo‘lgan antipiren kompozitsiyalarni yaratish, xalqaro standartlarga mos laboratoriya sinovlarini kengaytirish hamda qurilish amaliyotiga innovatsion yong‘inga qarshi himoya texnologiyalarini joriy etish dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi.

Kelgusidagi ilmiy tadqiqotlarda nanomateriallar asosidagi antipirenlar, biologik xavfsiz kompozitsiyalar, sun'iy intellekt yordamida yong‘in xavfini prognozlash hamda yog‘och konstruksiyalarni raqamli monitoring qilish texnologiyalarini ishlab chiqish maqsadga muvofiqdir. Mazkur yo‘nalishdagi ilmiy izlanishlar yog‘och qurilish materiallarining ekspluatatsion ishonchligini oshirish, yong‘in oqibatlarini kamaytirish va qurilish obyektlarining xavfsizligini ta'minlashga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. White, R. H., & Diitenberger, M. A. (2010). Fire Safety of Wood Construction. In Wood Handbook: Wood as an Engineering Material. Madison, WI: USDA Forest Service, Forest Products Laboratory.
2. Drysdale, D. (2011). An Introduction to Fire Dynamics (3rd ed.). John Wiley & Sons.
3. Horrocks, A. R., & Price, D. (Eds.). (2008). Advances in Fire Retardant Materials. Woodhead Publishing.
4. Hull, T. R., & Stec, A. A. (Eds.). (2009). Fire Retardancy of Polymers: New Strategies and Mechanisms. Royal Society of Chemistry.
5. Lowden, L. A., & Hull, T. R. (2013). Flammability behaviour of wood and a review of the methods for its reduction. Fire Science Reviews, 2(1), 4.
6. Wang, Q., Li, J., & Winandy, J. E. (2004). Chemical mechanism of fire retardance of boric acid on wood. Wood Science and Technology, 38(5), 375–389.
7. Alongi, J., Han, Z., & Bourbigot, S. (2015). Intumescence: Tradition versus novelty. Progress in Polymer Science, 51, 28–73.
8. Scharrel, B., & Hull, T. R. (2007). Development of fire-retarded materials—Interpretation of cone calorimeter data. Fire and Materials, 31(5), 327–354.
9. LeVan, S. L., & Winandy, J. E. (1990). Effects of fire retardant treatments on wood strength. Wood and Fiber Science, 22(1), 113–131.
10. Östman, B., & Tsantaridis, L. D. (2015). Fire safety in timber buildings. Fire Safety Journal, 78, 11–20.
11. ASTM International. (2023). ASTM E84: Standard Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials. West Conshohocken, PA.
12. ASTM International. (2022). ASTM E119: Standard Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials. West Conshohocken, PA.

13. International Organization for Standardization. (2020). ISO 834-1: Fire-resistance tests — Elements of building construction. Geneva: ISO.
14. International Organization for Standardization. (2019). ISO 5660-1: Reaction-to-fire tests — Heat release, smoke production and mass loss rate. Geneva: ISO.
15. European Committee for Standardization. (2021). EN 13501-1: Fire classification of construction products and building elements. Brussels.
16. European Committee for Standardization. (2020). EN 16755: Durability of reaction to fire performance of fire-retardant treated wood products. Brussels.
17. United States Department of Agriculture. (2021). Wood Handbook: Wood as an Engineering Material. Forest Products Laboratory.
18. Morgan, A. B., & Wilkie, C. A. (Eds.). (2014). Flame Retardant Polymer Nanocomposites. John Wiley & Sons.
19. Bourbigot, S., & Duquesne, S. (2007). Fire retardant polymers: Recent developments and opportunities. *Journal of Materials Chemistry*, 17(22), 2283–2300.
20. O‘zbekiston Respublikasi Qurilish va uy-joy kommunal xo‘jaligi vazirligi. (2024). Qurilishda yong‘in xavfsizligi bo‘yicha amaldagi me‘yoriy hujjatlar. Toshkent.
21. O‘zbekiston Respublikasi Favqulodda vaziyatlar vazirligi. (2023). Binolar va inshootlarda yong‘in xavfsizligini ta‘minlash bo‘yicha uslubiy tavsiyalar. Toshkent.
22. O‘zbekiston Respublikasining ***"Yong‘in xavfsizligi to‘g‘risida"***gi Qonuni.
23. O‘zbekiston Respublikasining ***"Texnik jihatdan tartibga solish to‘g‘risida"***gi Qonuni.
24. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining qurilish obyektlarida yong‘in xavfsizligini ta‘minlashga oid amaldagi qarorlari va me‘yoriy hujjatlari.
25. So‘nggi yillarda chop etilgan yog‘och konstruksiyalar, antipiren texnologiyalari va yong‘in xavfsizligi bo‘yicha xalqaro ilmiy maqolalar hamda konferensiya materiallari.